



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:)
)
Masayoshi HASHIMA, et al.)
) Group Art Unit: Unassigned
Serial No.: To be assigned)
) Examiner: Unassigned
Filed: March 30, 2001)

For: **APPARATUS AND METHOD FOR SIMULATING TRANSPORTATION OF
FLEXIBLE MEDIUM, AND COMPUTER-READABLE RECORDING MEDIUM
HAVING A FLEXIBLE MEDIUM TRANSPORT SIMULATION PROGRAM
RECORDED THEREON**

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. §1.55**

*Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231*

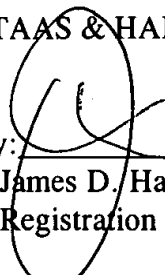
Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. §1.55, the applicants submit herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No. 2000-336358
Filed: November 2, 2000.

It is respectfully requested that the applicants be given the benefit of the foreign filing date as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. §119.

Respectfully submitted,
STAAS & HALSEY LLP

By: 
James D. Halsey, Jr.
Registration No. 22,729

700 11th Street, N.W., Ste. 500
Washington, D.C. 20001
(202) 434-1500
Date: 9/26/01

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2000年11月 2日

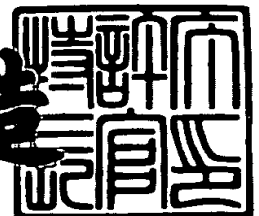
出 願 番 号
Application Number: 特願2000-336358

出 願 人
Applicant(s): 富士通株式会社

2001年 2月 2日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3004579

【書類名】 特許願

【整理番号】 0051348

【提出日】 平成12年11月 2日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G05B 17/00
B65H 43/00

【発明の名称】 柔軟媒体物搬送シミュレーション装置

【請求項の数】 5

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 橋間 正芳

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 佐藤 裕一

【特許出願人】

 【識別番号】 000005223

 【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100092978

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 真田 有

 【電話番号】 0422-21-4222

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 007696

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704824

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 柔軟媒体物搬送シミュレーション装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 シート状の柔軟媒体物を搬送する搬送機構内での、該柔軟媒体物の搬送動作をシミュレートして三次元的に表示するための装置であって、

該柔軟媒体物のサイズ情報として、該柔軟媒体物の搬送方向についての搬送方向長さと、該柔軟媒体物の搬送面内において前記搬送方向と直交する幅方向についての幅方向長さとを予め設定する柔軟媒体物設定部と、

該搬送機構内における該柔軟媒体物の搬送経路を、前記幅方向への偏移を含む三次元搬送経路として予め設定する搬送経路設定部と、

該柔軟媒体物の移動量に係る移動量情報を入力する移動量情報入力部と、

該搬送機構を三次元機構モデルとして内部に構築され該搬送機構による該柔軟媒体物の搬送動作をシミュレートするシミュレーション部と、

該柔軟媒体物の搬送動作を表示する表示部と、

該シミュレーション部によるシミュレーション結果を、該柔軟媒体物の搬送動作として該表示部に表示させる表示制御部とをそなえ、

該シミュレーション部が、

該柔軟媒体物設定部により設定された前記サイズ情報と、該搬送経路設定部により設定された前記三次元搬送経路と、該移動量情報入力部により入力された前記移動量情報とに基づいて、前記三次元搬送経路に沿う該柔軟媒体物の三次元搬送位置を算出するとともに、該柔軟媒体物の形状を、前記幅方向と直交する面内における二次元形状として算出する位置・形状算出部と、

該位置・形状算出部により算出された前記三次元搬送位置または前記二次元形状と、該柔軟媒体物設定部により設定された前記サイズ情報とに基づいて、該柔軟媒体物の三次元像を作成し、該三次元像を前記シミュレーション結果として出力する三次元像作成部とをそなえて構成されていることを特徴とする、柔軟媒体物搬送シミュレーション装置。

【請求項 2】 該移動量情報入力部が、ユーザによって操作されるポインティングデバイスとして構成され、

該ポインティングデバイスを用いて、該表示部上に表示された、該柔軟媒体物の三次元像を操作することにより、該三次元像の操作量が前記移動量情報として該シミュレーション部に入力されることを特徴とする、請求項 1 記載の柔軟媒体物搬送シミュレーション装置。

【請求項 3】 該移動量情報入力部が、ユーザによって操作されるポインティングデバイスとして構成され、

該ポインティングデバイスを用いて、該表示部上に表示された、該柔軟媒体物に作用する該搬送機構の構成部品像を操作することにより、該構成部品像の操作量が前記移動量情報として該シミュレーション部に入力されることを特徴とする、請求項 1 記載の柔軟媒体物搬送シミュレーション装置。

【請求項 4】 該移動量情報入力部が、該搬送機構の動作を制御する制御プログラムを実行し、該柔軟媒体物に作用する該搬送機構の構成部品の制御量を算出する制御プログラム実行部として構成され、

該制御プログラム実行部からの前記制御量が前記移動量情報として該シミュレーション部に入力されることを特徴とする、請求項 1 記載の柔軟媒体物搬送シミュレーション装置。

【請求項 5】 該シミュレーション部が、該柔軟媒体物を、複数の短冊状部材から構成され、且つ、該複数の短冊状部材の相互を前記幅方向に平行な軸周りに回転可能に連結して構成される三次元モデルとして取り扱うことを特徴とする、請求項 1 ～請求項 4 のいずれか一項に記載の柔軟媒体物搬送シミュレーション装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば紙、紙幣、通帳、ハガキ、切符、カード、写真フィルムなどの、柔軟性を有するシート状媒体（以下、柔軟媒体物という）を搬送する装置内での、その柔軟媒体物の搬送動作をシミュレートして三次元的に表示するための装置に関する。本発明の装置によるシミュレーションの対象となる具体的な装置は、例えば、柔軟媒体物として紙を搬送する、プリンタ、複写機、ファクシミリ

や、柔軟媒体物として紙幣や通帳を搬送する A T M (Automatic Tellers Machine) などである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

上述のような柔軟媒体物の、搬送装置内での搬送動作をシミュレートする手法としては、従来、以下のような二つの技術が用いられている。

一つは、例えば特開平 9 - 3 0 9 6 6 5 号公報 (米国特許 5 8 3 8 5 9 6 号) に開示された技術 (給紙搬送用制御シーケンスのためのシミュレーション装置) であり、この技術では、柔軟媒体物である用紙の動きの情報 (用紙搬送経路等の情報) を事前に設定しておき、その用紙を両端の位置と長さとして表現しながら、その用紙の動きを計算して表示している。

【 0 0 0 3 】

また、もう一つの技術は、D A D S (Dynamic Analysis and Design System; サイバネット社製品) 等のシミュレータ (機構解析ソフトウェア) として知られるもので、このシミュレータでは、柔軟媒体物の動きについて厳密な力学計算を行なうことにより、その柔軟媒体物の搬送動作を三次元的に解析して表示している。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、柔軟媒体物を搬送する機構を有する、例えばプリンタ、複写機、ファクシミリ、A T M 等の装置のための制御プログラム (ファームウェア) を開発する際や、その装置内における柔軟媒体物の搬送動作のレビューを行なう際には、柔軟媒体物の搬送動作をシミュレートしてその様子をディスプレイ上で三次元的に表示することにより、プログラム開発担当者やレビュー対象者等が、その搬送の様子を三次元的に視認して確実に把握できるようにすることが望まれている。

【 0 0 0 5 】

例えば、制御プログラムを開発する際には、その制御プログラムと連動して柔軟媒体物の搬送動作をリアルタイムでシミュレートし、柔軟媒体物の搬送の様子

を視覚的に確認しながら、その制御プログラムを検証したいという要望がある。

また、上述した装置の設計結果のレビューを行なうために、その場で与えられた搬送動作指示に対応して柔軟搬送物の搬送動作をリアルタイムでシミュレートし、その搬送動作を三次元アニメーション映像として表示できるようにすることも要望されている。

【0006】

このような要望に対し、上述した前者の技術では、用紙（柔軟媒体物）についての奥行き情報が考慮されておらず、また、事前に設定される用紙の動きの情報（例えば用紙搬送経路情報）についても奥行き方向の情報が考慮されていないため、当然、奥行き方向の用紙サイズの違いや、用紙の奥行き方向についての位置ずれなどを表示することができない。つまり、用紙の搬送動作をディスプレイ上で三次元的に表示することができず、プログラム開発担当者やレビュー対象者等は、用紙の搬送動作を三次元的に視認できず、その搬送動作を確実に把握することができないという課題があった。

【0007】

また、上述した後者の技術では、力学的に厳密な計算を行なうため、搬送動作の解析に多大な時間を要し、リアルタイムなシミュレーションを行なうことができない。従って、制御プログラムと連動した搬送動作や、搬送動作指示に応じた搬送動作の三次元的な表示をリアルタイムに行なうことはできないという課題があった。

【0008】

本発明は、このような課題に鑑み創案されたもので、簡易な手法で柔軟媒体物の搬送動作をリアルタイムで且つ三次元的に表示可能にして、柔軟媒体物の搬送の様子を、三次元的に視認し確実に把握できるようにした、柔軟媒体物搬送シミュレーション装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明の柔軟媒体物搬送シミュレーション装置（請求項1）は、シート状の柔軟媒体物を搬送する搬送機構内での、該柔軟媒体物

の搬送動作をシミュレートして三次元的に表示するための装置であって、該柔軟媒体物のサイズ情報として、該柔軟媒体物の搬送方向についての搬送方向長さと、該柔軟媒体物の搬送面内において前記搬送方向と直交する幅方向についての幅方向長さとを予め設定する柔軟媒体物設定部と、該搬送機構内における該柔軟媒体物の搬送経路を、前記幅方向への偏移を含む三次元搬送経路として予め設定する搬送経路設定部と、該柔軟媒体物の移動量に係る移動量情報を入力する移動量情報入力部と、該搬送機構を三次元機構モデルとして内部に構築され該搬送機構による該柔軟媒体物の搬送動作をシミュレートするシミュレーション部と、該柔軟媒体物の搬送動作を表示する表示部と、該シミュレーション部によるシミュレーション結果を、該柔軟媒体物の搬送動作として該表示部に表示させる表示制御部とをそなえ、該シミュレーション部が、該柔軟媒体物設定部により設定された前記サイズ情報と、該搬送経路設定部により設定された前記三次元搬送経路と、該移動量情報入力部により入力された前記移動量情報とに基づいて、前記三次元搬送経路に沿う該柔軟媒体物の三次元搬送位置を算出するとともに、該柔軟媒体物の形状を、前記幅方向と直交する面内における二次元形状として算出する位置・形状算出部と、該位置・形状算出部により算出された前記三次元搬送位置または前記二次元形状と、該柔軟媒体物設定部により設定された前記サイズ情報とに基づいて、該柔軟媒体物の三次元像を作成し、該三次元像を前記シミュレーション結果として出力する三次元像作成部とをそなえて構成されていることを特徴としている。

【 0 0 1 0 】

このとき、該移動量情報入力部を、ユーザによって操作されるポインティングデバイスとして構成し、該ポインティングデバイスを用いて、該表示部上に表示された、該柔軟媒体物の三次元像を操作することにより、該三次元像の操作量を前記移動量情報として該シミュレーション部に入力してもよい（請求項2）、該ポインティングデバイスを用いて、該表示部上に表示された、該柔軟媒体物に作用する該搬送機構の構成部品像を操作することにより、該構成部品像の操作量を前記移動量情報として該シミュレーション部に入力してもよい（請求項3）。

【 0 0 1 1 】

また、該移動量情報入力部を、該搬送機構の動作を制御する制御プログラムを実行し、該柔軟媒体物に作用する該搬送機構の構成部品の制御量を算出する制御プログラム実行部として構成し、該制御プログラム実行部からの前記制御量を前記移動量情報として該シミュレーション部に入力してもよい（請求項4）。

【0012】

さらに、該シミュレーション部が、該柔軟媒体物を、複数の短冊状部材から構成されるとともに該複数の短冊状部材の相互を前記幅方向に平行な軸周りに回転可能に連結して構成される三次元モデルとして取り扱うように構成してもよい（請求項5）。

【0013】

上述のような構成により、本発明の柔軟媒体物搬送シミュレーション装置（請求項1）では、位置・形状算出部により、柔軟媒体物の搬送位置については、予め設定された三次元搬送経路に基づいて三次元的に算出されてシミュレートされるとともに、柔軟媒体物の形状については二次元的に算出されてシミュレートされる。そして、三次元像作成部において、算出された三次元搬送位置または二次元形状に、柔軟媒体物のサイズ情報（幅方向長さ）を加味することにより、柔軟媒体物の位置や形状を表す三次元像が簡易的に作成され、その三次元像がシミュレーション結果（柔軟媒体物の搬送動作）として表示部に表示される。つまり、簡易な手法で柔軟媒体物の搬送動作をリアルタイムで且つ三次元的に表示することが可能になる。

【0014】

このとき、移動量情報入力部として機能するポインティングデバイスを用い、表示部上の柔軟媒体物の三次元像もしくは搬送機構の構成部品像（例えばローラ像）を操作することで、柔軟媒体物の移動量情報をシミュレーション部に入力することができる。つまり、表示部上に表示された像を参照しながらポインティングデバイスにより入力された移動量情報（搬送動作指示）が、即座に柔軟搬送物の搬送動作のシミュレーションに反映され、その移動量情報に応じた搬送動作がリアルタイムで且つ三次元的に表示される（請求項2，3）。

【0015】

また、移動量情報入力部として機能する制御プログラム実行部からの制御量を移動量情報としてシミュレーション部に入力することで、制御プログラムと連動して柔軟媒体物の搬送動作がリアルタイムでシミュレートされ、その制御量に応じた搬送動作がリアルタイムで且つ三次元的に表示される（請求項4）。

【0016】

さらに、シミュレーション部において、シート状の柔軟媒体物を、複数の短冊状部材を相互に回転可能に連結した三次元モデルとして取り扱うことにより、柔軟媒体物の形状変化を、隣り合う短冊状部材どうしの角度を変更するだけで三次元的にシミュレートすることができる（請求項5）。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

〔1〕本実施形態の構成の説明

図1は本発明の一実施形態としての柔軟媒体物搬送シミュレーション装置の機能構成を示すブロック図、図2は本発明の一実施形態としての柔軟媒体物搬送シミュレーション装置を実現するためのコンピュータシステムのハードウェア構成を示すブロック図である。

【0018】

図1および図2に示す本実施形態のコンピュータシステム（例えばパーソナルコンピュータ）1は、シート状の柔軟媒体物を搬送する搬送機構内の、柔軟媒体物の搬送動作をシミュレートして三次元的に表示するための装置として機能するものである。

【0019】

ここで、シート状の柔軟媒体物は、例えば紙、紙幣、通帳、ハガキ、切符、カード、写真フィルムなどであり、このような柔軟媒体物を搬送する搬送機構は、例えば、プリンタ、複写機、ファクシミリやATMなどの装置内にそなえられるものである。以下、本実施形態では、用紙〔図20（A）の符号100参照〕や通帳〔帳面状媒体物；図21（A），（B）の符号200参照〕を柔軟媒体物として搬送する場合について説明する。

【 0 0 2 0 】

さて、図 2 に示すように、コンピュータシステム 1 においては、CPU 1 0 とこの CPU 1 0 に接続されるバスライン 5 0 とがそなえられている。バスライン 5 0 には、メモリ (ROM, RAM) 2 0 が接続されるとともに、入出力インタフェース 5 1 を介してディスプレイ (例えば CRT, LCD, PDP 等) 3 0, キーボード 4 0 およびマウス 4 1 が接続されている。また、バスライン 5 0 に、入出力インタフェース 5 2 を介して制御プログラム実行部 6 0 や外部記憶装置 7 0 を接続してもよい。

【 0 0 2 1 】

ここで、メモリ 2 0 (または外部記憶装置 7 0) には、後述するようなアプリケーションプログラム (柔軟媒体物搬送シミュレーションプログラム) 2 1 が格納される。また、メモリ 2 0 は、CPU 1 0 が柔軟媒体物の搬送動作のシミュレーションを行なう際のワーキングメモリとしても機能するもので、このメモリ 2 0 には、後述するようなサイズ情報 2 2, 三次元搬送経路情報 2 3, 各種パラメータ情報 2 4, 三次元搬送位置情報 2 5 や二次元形状情報 2 6 が格納される。

【 0 0 2 2 】

ディスプレイ 3 0 は、CPU 1 0 (後述する表示制御部 1 4 としての機能) によってその表示状態を制御され、CPU 1 0 (後述するシミュレーション部 1 3 としての機能) によるシミュレーション結果を柔軟媒体物の搬送動作として表示するものである。

【 0 0 2 3 】

また、キーボード 4 0 およびマウス (ポインティングデバイス) 4 1 は、ディスプレイ 3 0 における画面を参照したオペレータ (ユーザ) によって操作され、CPU 1 0 (コンピュータシステム 1) に対して各種指示や各種情報を入力するもので、本実施形態では、柔軟媒体物の移動量に係る移動量情報を入力する移動量情報入力部として機能するものである。

【 0 0 2 4 】

このとき、キーボード 4 0 を移動量情報入力部として用いる場合、このキーボード 4 0 からコマンドや移動量を示す数値等が移動量情報として CPU 1 0 (後

述するシミュレーション部 1 3) に入力されるようになっている。

また、マウス 4 1 を移動量情報入力部として用いる場合、このマウス 4 1 を用いて、ディスプレイ 3 0 上に表示された、柔軟媒体物の三次元像、もしくは、柔軟媒体物に作用する搬送機構の構成部品像（例えばローラ像）をドラッグ操作することにより、三次元像の操作量と操作方向、もしくは、構成部品像の操作量と操作方向が、移動量情報として CPU 1 0（後述するシミュレーション部 1 3）に入力されるようになっている。

【 0 0 2 5 】

さらに、制御プログラム実行部 6 0 は、シミュレーション対象の搬送機構（もしくは、その搬送機構をそなえた装置）の動作を制御する制御プログラムを実行し、柔軟媒体物に作用する構成部品（ローラ等）に対する制御量を算出して出力するものである。本実施形態のシミュレーション装置 1 においては、制御プログラムの検証を行なう場合、上述のような制御プログラム実行部 6 0 が、移動量情報入力部として接続され、この制御プログラム実行部 6 0 からの制御量が移動量情報として CPU 1 0（後述するシミュレーション部 1 3）に入力されるようになっている。

【 0 0 2 6 】

一方、メモリ 2 0 には、図 1 に示す柔軟媒体物設定部 1 1，搬送経路設定部 1 2，シミュレーション部 1 3（位置・形状算出部 1 3 1，三次元像作成部 1 3 2 を含む），表示制御部 1 4，移動比率設定部 1 5，誤差量設定部 1 6 および位置設定部 1 7 としての機能を実現するためのアプリケーションプログラム（柔軟媒体物搬送シミュレーションプログラム） 2 1 が格納されている。

【 0 0 2 7 】

そして、CPU 1 0 がバスライン 5 0 を介してメモリ 2 0 から上記アプリケーションプログラム 2 1 を読み出して実行することにより、柔軟媒体物設定部 1 1，搬送経路設定部 1 2，シミュレーション部 1 3，表示制御部 1 4，移動比率設定部 1 5，誤差量設定部 1 6 および位置設定部 1 7 としての機能（その詳細については後述）、つまりは、本発明の柔軟媒体物搬送シミュレーション装置としての機能が実現されるようになっている。

【 0 0 2 8 】

上述したアプリケーションプログラム 2 1 は、例えばフレキシブルディスク、CD-ROM等の、コンピュータ読取可能な記録媒体に記録された形態で提供される。そして、コンピュータシステム 1 はその記録媒体からプログラム 2 1 を読み取って内部記憶装置（メモリ 2 0）または外部記憶装置 7 0 に転送し格納して用いる。また、そのプログラム 2 1 を、例えば磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク等の記憶装置（記録媒体）に記録しておき、その記憶装置から通信経路を介してコンピュータシステム 1 に提供するようにしてもよい。

【 0 0 2 9 】

柔軟媒体物設定部 1 1，搬送経路設定部 1 2，シミュレーション部 1 3，表示制御部 1 4，移動比率設定部 1 5，誤差量設定部 1 6 および位置設定部 1 7 としての機能を実現する際には、内部記憶装置（本実施形態ではメモリ 2 0）に格納されたプログラム 2 1 がコンピュータのマイクロプロセッサ（本実施形態では CPU 1 0）によって実行される。このとき、記録媒体に記録されたプログラム 2 1 をコンピュータシステム 1 が直接読み取って実行するようにしてもよい。

【 0 0 3 0 】

なお、本実施形態において、コンピュータとは、ハードウェアとオペレーションシステムとを含む概念であり、オペレーションシステムの制御の下で動作するハードウェアを意味している。また、オペレーションシステムが不要でアプリケーションプログラム単独でハードウェアを動作させるような場合には、そのハードウェア自体がコンピュータに相当する。ハードウェアは、少なくとも、CPU等のマイクロプロセッサと、記録媒体に記録されたコンピュータプログラムを読み取るための手段とをそなえている。

【 0 0 3 1 】

アプリケーションプログラム 2 1 は、このようなコンピュータ（コンピュータシステム 1）に柔軟媒体物設定部 1 1，搬送経路設定部 1 2，シミュレーション部 1 3，表示制御部 1 4，移動比率設定部 1 5，誤差量設定部 1 6 および位置設定部 1 7 としての機能を実現させるためのプログラムコードを含んでいる。また、その機能の一部は、アプリケーションプログラム 2 1 ではなくオペレーション

システムによって実現されてもよい。

【 0 0 3 2 】

さらに、本実施形態における記録媒体としては、上述したフレキシブルディスク、CD-ROM、DVD、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスクのほか、ICカード、ROMカートリッジ、磁気テープ、パンチカード、コンピュータの内部記憶装置（RAMやROMなどのメモリ）、外部記憶装置等や、バーコードなどの符号が印刷された印刷物等の、コンピュータ読取可能な種々の媒体を利用することができる。

【 0 0 3 3 】

さて、次に、CPU10により実現される各種機能（柔軟媒体物設定部11，搬送経路設定部12，シミュレーション部13，表示制御部14，移動比率設定部15，誤差量設定部16および位置設定部17としての機能）について、詳細に説明する。

【 0 0 3 4 】

柔軟媒体物設定部11は、柔軟媒体物のサイズ情報として、柔軟媒体物の搬送方向についての搬送方向長さL〔図20（A）参照〕と、柔軟媒体物の搬送面内において搬送方向と直交する幅方向（搬送機構の奥行き方向）についての幅方向長さW〔図20（A）参照〕と、柔軟媒体物の厚さt（図示略）を予め設定するもので、実際には、キーボード40等を用いて外部から入力された値L，W，tをサイズ情報22としてメモリ20に書き込むか、もしくは、シミュレーション部13に出力するものである。

【 0 0 3 5 】

搬送経路設定部12は、搬送機構内における柔軟媒体物の搬送経路（図11の符号300参照）を、前記幅方向への偏移を含む三次元搬送経路として予め設定するもので、実際には、外部から入力された三次元搬送経路に関する情報を、三次元搬送経路情報23としてメモリ20に書き込むか、もしくは、シミュレーション部13に出力するものである。

【 0 0 3 6 】

このとき、搬送経路設定部12は、シミュレーション部13による演算処理を

簡単にするため、三次元搬送経路を、円弧と直線とにより設定する。

なお、ここでいう幅方向への偏移とは、柔軟媒体物の横ずれ、スキューといった動きを予め考慮して設定されるものである。

【 0 0 3 7 】

また、図 1 1 は本実施形態において設定される搬送経路 3 0 0 の例を示す図であり、この図 1 1 中の円は、搬送機構の構成部品であるローラを示している。図 1 1 に示すごとく、本実施形態でシミュレーション対象となる搬送機構は、柔軟媒体物に接触して作用しながらこの柔軟媒体物を搬送するローラを、構成部品として有している。

【 0 0 3 8 】

移動比率設定部 1 5 は、上述のようなローラの回転量に対する柔軟媒体物の移動量である移動比率 P を設定するもので、キーボード 4 0 等を用いて外部から入力された所望の移動比率 P の値を各種パラメータ情報 2 4 としてメモリ 2 0 に書き込むか、もしくは、移動比率を自動的に生成してシミュレーション部 1 3 に出力するものである。移動比率設定部 1 5 が移動比率 P の値を自動的に生成する場合、移動比率設定部 1 5 は、その移動比率 P を所定の統計分布（例えば図 3 2 に示すような正規分布）に従ってランダムに生成して設定するように構成される。

【 0 0 3 9 】

誤差量設定部 1 6 は、所定の誤差量 e を設定するもので、キーボード 4 0 等を用いて外部から入力された所望の誤差量 e の値を各種パラメータ情報 2 4 としてメモリ 2 0 に書き込むか、または、誤差量 e を自動的に生成してシミュレーション部 1 3 に出力するものである。誤差量設定部 1 6 が誤差量 e を自動的に生成する場合、誤差量設定部 1 6 は、その誤差量 e を所定の統計分布（例えば図 3 2 に示すような正規分布）に従ってランダムに生成して設定するように構成される。なお、上述した所定の誤差量 e は、後述するごとく柔軟媒体物の振れをシミュレートすべく、搬送経路設定部 1 2 により設定された三次元搬送経路における、所定区間の経路長 D に加算されるものである。

【 0 0 4 0 】

位置設定部 1 7 は、異常発生位置（所定位置）を設定するもので、キーボード

40等を用いて外部から入力された所望の異常発生位置を各種パラメータ情報24としてメモリ20に書き込むか、もしくは、異常発生位置を自動的に生成してシミュレーション部13に出力するものである。位置設定部17が異常発生位置を自動的に生成する場合、位置設定部17は、その異常発生位置を所定の統計分布（例えば図32に示すような正規分布）に従ってランダムに生成して設定するように構成される。なお、上述した異常発生位置は、後述するごとく、搬送シミュレーションに際して柔軟媒体物の搬送異常（ジャム、ローラ滑り等）が発生する位置として指定されるものである。

【0041】

シミュレーション部13は、搬送機構を三次元機構モデルとして内部に構築され、その搬送機構による柔軟媒体物の搬送動作をシミュレートするもので、その際、柔軟媒体物設定部11、搬送経路設定部12、移動比率設定部15、誤差量設定部16および位置設定部17から入力された情報、もしくは、メモリ20から読み出したサイズ情報22、三次元搬送経路情報23および各種パラメータ情報24を用い、さらに、必要に応じ、前回のシミュレーション結果である三次元搬送位置情報25および二次元形状情報26をメモリ20から読み出して考慮する。

【0042】

このシミュレーション部13は、位置・形状算出部131および三次元像作成部132としての機能を有している。

位置・形状算出部131は、サイズ情報22、三次元搬送経路情報23および各種パラメータ情報24と、マウス41あるいは制御プログラム実行部60から入力された移動量情報とに基づいて、三次元搬送経路に沿う柔軟媒体物の三次元搬送位置を算出するとともに、柔軟媒体物の形状を、前記幅方向と直交する面内における二次元形状として算出するものである。このとき、位置・形状算出部131は、現在の柔軟媒体物の三次元搬送位置（メモリ20内の情報25）からの変位量や、現在の柔軟媒体物の二次元形状（メモリ20内の情報26）からの変化量として、移動量情報に応じた三次元搬送位置や二次元形状を算出している。

【0043】

また、三次元像作成部 1 3 2 は、位置・形状算出部 1 3 1 により算出された三次元搬送位置または二次元形状と、サイズ情報 2 2 とに基づいて、柔軟媒体物の三次元像を作成し、その三次元像をシミュレーション結果として出力するものである。

【0 0 4 4】

このとき、三次元像作成部 1 3 2 は、柔軟媒体物の二次元形状に、サイズ情報 2 2 に含まれる幅方向長さ（奥行き） W を一様に与えることにより、柔軟媒体物の三次元像を簡易的に作成している。さらに、三次元像作成部 1 3 2 は、柔軟媒体物の二次元形状に、サイズ情報 2 2 に含まれる厚さ t を一様に与えることにより、厚さ t をも考慮した柔軟媒体物の三次元像を簡易的に作成している。

【0 0 4 5】

ここで、シミュレーション部 1 3 において、図 2 0（A）に示すような用紙（柔軟媒体物）1 0 0 は、図 2 0（B）および図 2 0（C）に示すごとく、複数の短冊状部材 1 0 1 から構成され、且つ、これらの短冊状部材 1 0 1 の相互を幅方向に平行な回転軸 1 0 2 の周りに回転可能に連結して構成される三次元モデルとして取り扱われる（下記項目〔2-6〕参照）。なお、図 2 0（A）～図 2 0（C）は本実施形態における用紙（柔軟媒体物）1 0 0 のモデルを説明するための模式的な斜視図である。

【0 0 4 6】

さらに、位置・形状算出部 1 3 1 は、以下のような機能①～⑥を用いて柔軟媒体物の三次元搬送位置や二次元形状を算出し、柔軟媒体物の搬送動作のシミュレーションを行なっている。

①位置・形状算出部 1 3 1 は、演算処理を簡単にするため、二次元形状を、円弧と直線とを用いて近似的に算出する。その詳細については図 1 3 および図 1 4 を参照しながら後述する（下記項目〔2-3〕参照）。

【0 0 4 7】

②移動量情報が、柔軟媒体物に対する力の作用点の位置を固定した状態で入力された場合、位置・形状算出部 1 3 1 が、柔軟媒体物に対する力の固定作用点の位置と、移動量情報とに基づいて、二次元形状を算出する。その詳細については

図 5 および図 1 2 (A) ～図 1 3 (B) を参照しながら後述する (下記項目 [2-3] 参照)。

【0048】

このとき、柔軟媒体物が、図 2 1 (A) および図 2 1 (B) に示すごとく、複数のページ 2 0 1 からなる通帳 (帳面状媒体物) 2 0 0 である場合、固定作用点の位置は、通帳 2 0 1 の、外部に露出したページ上に制限されるようになっている (下記項目 [2-5] 参照)。

【0049】

③移動量情報が、柔軟媒体物に対する力の作用点の位置が変動するように入力された場合、位置・形状算出部 1 3 1 が、柔軟媒体物における作用点の位置を認識しながら、移動量情報に基づいて二次元形状を算出する。その詳細については図 6 および図 1 6 (A) ～図 1 9 (B) を参照しながら後述する (下記項目 [2-4] 参照)。

【0050】

このとき、柔軟媒体物が前述した通帳 2 0 0 である場合、図 2 1 (A) および図 2 1 (B) に示すように、各ページ 2 0 1 のページ番号 0 ～4 を予め定義しておき、ページ番号に基づいて作用点の存在するページを、作用点の位置とともに認識することにより、通帳 2 0 0 のページめくり動作のシミュレーションが行なわれるようになっている。その詳細については図 7 ～図 1 0 および図 2 2 (A) ～図 2 5 (C) を参照しながら後述する (下記項目 [2-5] 参照)。なお、図 2 1 (A)、図 2 1 (B) は本実施形態における通帳 (帳面状媒体物) 2 0 0 の各ページに関する変数の定義を説明するための図である。

【0051】

④位置・形状算出部 1 3 1 が、移動比率設定部 1 5 により設定された移動比率 P に基づいて柔軟媒体物の三次元搬送位置や二次元形状を算出し、柔軟媒体物の搬送動作をシミュレートする。その詳細については図 3 1 を参照しながら後述する (下記項目 [2-10] 参照)。

【0052】

⑤位置・形状算出部 1 3 1 は、搬送経路設定部 1 2 により設定された三次元搬

送経路における、所定区間の経路長Dに、誤差量設定部16により設定された誤差量eを加算した値を用いて、三次元搬送位置を算出することにより、所定区間を搬送される柔軟媒体物の振れをシミュレートする。その詳細については図26(A)～図27(B)を参照しながら後述する(下記項目〔2-8〕参照)。

【0053】

⑥位置・形状算出部131は、位置設定部17により設定された所定位置(異常発生位置)に柔軟媒体物が到達した時点で、三次元搬送位置をその所定位置に固定することにより、もしくは、柔軟媒体物の搬送速度が減速するように三次元搬送位置を算出することにより、その所定位置で柔軟媒体物の搬送異常が生じたことをシミュレートする。その詳細については図28(A)～図30を参照しながら後述する(下記項目〔2-9〕参照)。

【0054】

表示制御部14は、シミュレーション部13によるシミュレーション結果(柔軟媒体物の三次元搬送位置や二次元形状)を、柔軟媒体物の搬送動作としてディスプレイ30に表示させるものである。

【0055】

〔2〕本実施形態の動作の説明

次に、上述のごとく構成された柔軟媒体物搬送シミュレーション装置1の動作について、図3～図32を参照しながら説明する。

〔2-1〕シミュレーション処理の流れ全体の説明

まず、図3に示すフローチャート(ステップS1～S8)に従って、本実施形態の柔軟媒体物搬送シミュレーション装置1によるシミュレーション処理の流れ全体について説明する。

【0056】

なお、ここでは、シミュレーション処理を開始するのに先立ち、柔軟媒体物設定部11、搬送経路設定部12、移動比率設定部15、誤差量設定部16および位置設定部17により、メモリ20に、サイズ情報22、三次元搬送経路情報23および各種パラメータ情報24(移動比率P、誤差量e、異常発生位置等)が設定されているものとする。このとき、三次元搬送経路情報23には、前述した

ような三次元搬送経路のほか、搬送機構を成す構成部品（柔軟媒体物に作用するローラ等）の位置も設定されている。

【 0 0 5 7 】

図 3 に示すように、CPU 1 0（シミュレーション部 1 3）においては、マウス 4 1 もしくは制御プログラム実行部 6 0 からの移動量情報の入力有無を判断しており（ステップ S 1）、移動量情報が入力されると（ステップ S 1 の Y E S ルート）、その移動量情報が、①柔軟媒体物全体の移動、②柔軟媒体物の固定作用点による移動、③柔軟媒体物の不定作用点による移動、④帳面状媒体物に対するページめくりのいずれに係るものであるかを判断する（ステップ S 2）。

【 0 0 5 8 】

移動量情報が、①柔軟媒体物全体の移動に係るものであると判断された場合、CPU 1 0（位置・形状算出部 1 3 1）は、図 4 に示すフローチャート（ステップ S 1 1 ～ S 1 3）に従って、柔軟媒体物全体の移動シミュレーション処理を実行する（ステップ S 3；下記項目〔2-2〕参照）。

【 0 0 5 9 】

移動量情報が、②柔軟媒体物の固定作用点による移動に係るものであると判断された場合、CPU 1 0（位置・形状算出部 1 3 1）は、図 5 に示すフローチャート（ステップ S 2 1 ～ S 2 6）に従って、柔軟媒体物の固定作用点による移動シミュレーション処理を実行する（ステップ S 4；下記項目〔2-3〕参照）。

【 0 0 6 0 】

移動量情報が、③柔軟媒体物の不定作用点による移動に係るものであると判断された場合、CPU 1 0（位置・形状算出部 1 3 1）は、図 6 に示すフローチャート（ステップ S 3 1 ～ S 3 8）に従って、柔軟媒体物の不定作用点による移動シミュレーション処理を実行する（ステップ S 5；下記項目〔2-4〕参照）。

【 0 0 6 1 】

移動量情報が、④帳面状媒体物に対するページめくりに係るものであると判断された場合、CPU 1 0（位置・形状算出部 1 3 1）は、図 7 ～ 図 1 0 に示すフローチャート（ステップ S 3 1' ～ S 3 6'，S 4 1 ～ S 5 8，S 6 1 ～ S 7 2）に従って、帳面状媒体物に対するページめくりシミュレーション処理を実行す

る（ステップ S 6；下記項目〔2-5〕参照）。

【0062】

ステップ S 3～S 6のいずれかにおいてシミュレーション処理を完了すると、CPU 10（三次元像作成部 132）により、そのシミュレーション結果である三次元搬送位置や二次元形状に基づいて、その三次元搬送位置に存在する柔軟媒体物の三次元像、あるいは、その二次元形状を有する柔軟媒体物の三次元像が作成される（ステップ S 7）。

【0063】

そして、CPU 10（表示制御部 14）は、三次元像作成部 132によって作成された三次元像を、ディスプレイ 30上に表示させるように、ディスプレイ 30の表示状態を制御する（ステップ S 8）。これにより、柔軟媒体物の三次元像が、例えば図 25（A）～図 25（C）に示すように表示される。図 25（A）～図 25（C）に示す表示例は、帳面状媒体物に対するページめくりシミュレーション処理結果に対応するもので、その表示内容の詳細については後述する。

表示制御後に、CPU 10（シミュレーション部 13）は、ステップ S 1に戻り、移動量情報の入力待ち状態となる。

【0064】

次に、上述したステップ S 3～S 6における各シミュレーション処理の詳細について、図 12（A）～図 19（B）および図 21（A）～図 25（C）を参照しながら、図 4～図 10に示すフローチャートに従って説明する。また、本実施形態のシミュレーション部 13が有する、その他の機能について、図 11，図 20（A）～図 20（C）および図 26（A）～図 32を参照しながら説明する。

なお、以下の説明において、柔軟媒体物の位置や形状は、二次元平面上で説明する。ほとんどの搬送機構は二次元平面上で動きを記述することができる。

【0065】

〔2-2〕柔軟媒体物全体の移動シミュレーション処理の説明

移動量情報が、①柔軟媒体物全体の移動に係るものであると判断された場合、柔軟媒体物全体の移動シミュレーション処理は、図 4のフローチャート（ステップ S 11～S 13）に示す手順で実行される。

なお、前述した通り、シミュレーション処理の開始前には、柔軟媒体物の三次元搬送経路が三次元搬送経路情報 2 3 としてメモリ 2 0 に予め設定されている。この三次元搬送経路は、幅方向への偏移を含むものであるが、図 1 1 に示すごとく、基本的に二次元平面上において直線と円弧との組み合わせで作成・設定される。

【 0 0 6 6 】

位置・形状算出部 1 3 1 は、柔軟媒体全体の移動操作による移動量を入力されると（ステップ S 1 1）、まず、柔軟媒体物の現在の両端位置（端点位置）を、入力された移動量だけ、三次元搬送経路に沿って移動させ、新しい両端位置を求める（ステップ S 1 2）。

【 0 0 6 7 】

これにより、柔軟媒体物の位置が決まるので、次いで三次元搬送経路上で、柔軟媒体物が存在する範囲を求め、その範囲の三次元搬送経路の形状に基づいて柔軟媒体物の形状を算出・決定する（ステップ S 1 3）。このとき、三次元搬送経路は、前述の通り、直線と円弧との組み合わせにより設定されているので、柔軟媒体物の形状も、直線と円弧の組み合わせで表現されることになる。

【 0 0 6 8 】

〔 2 - 3 〕 柔軟媒体物の固定作用点による移動シミュレーション処理の説明
移動量情報が、②柔軟媒体物の固定作用点による移動に係るものであると判断された場合、柔軟媒体物の固定作用点による移動シミュレーション処理は、図 5 のフローチャート（ステップ S 2 1 ～ S 2 6）に示す手順で実行される。その手順を図 1 2（A）～図 1 5 を参照しながら説明する。

【 0 0 6 9 】

なお、図 1 2（A）および図 1 2（B）は制約条件が無い場合の柔軟媒体物 1 0 0 の変形状態を説明するための図、図 1 3（A）および図 1 3（B）は制約条件が有る場合の柔軟媒体物 1 0 0 の変形状態を説明するための図、図 1 4 は、本実施形態における、制約条件が無い場合の柔軟媒体物 1 0 0 の形状近似手法を説明するための図、図 1 5 は、本実施形態における、制約条件が有る場合の柔軟媒体物 1 0 0 の形状近似手法を説明するための図である。

【 0 0 7 0 】

ここで、柔軟媒体物 1 0 0 に対する力の作用点の位置を固定した状態での移動量情報の入力、例えば、ディスプレイ 3 0 上に表示された柔軟媒体物の三次元像の所望点（固定作用点）を、マウス 4 1 により指定し、その所望点についての移動量（変位量）や移動方向を入力することによって行なわれる。

【 0 0 7 1 】

以下の説明では、図 1 2 (A) ～図 1 3 (B) に示すごとく、柔軟媒体物 1 0 0 の一方の端もしくは両端を固定作用点として指定し、各固定作用点の移動量（移動方向は三次元搬送経路に沿う方向とする）を移動量情報として入力した場合について説明する。

【 0 0 7 2 】

なお、図 1 2 (A) および図 1 2 (B) では、制約条件の無い状態の柔軟媒体物（用紙）1 0 0 の両端間距離が、図 1 2 (A) に示す L から図 1 2 (B) に示す W_1 ($< L$) へ圧縮されるように、移動量を入力した例を示す。また、図 1 3 (A) および図 1 3 (B) では、2 つのローラ 3 0 1, 3 0 2 による制約を受ける柔軟媒体物（用紙）1 0 0 のローラ間用紙長が、図 1 3 (A) に示すごとくローラ間距離 W_2 と等しい状態から、図 1 3 (B) に示す L_2 ($> W_2$) となるように、移動量を入力した例を示す。

【 0 0 7 3 】

位置・形状算出部 1 3 1 は、上述のごとく柔軟媒体物 1 0 0 上の固定作用点（ここでは両端もしくは一端）に対する移動量を入力されると（ステップ S 2 1）、その移動量と柔軟媒体物 1 0 0 の現在の位置（メモリ 2 0 の三次元搬送位置情報 2 5）とに基づいて、移動後の両端の位置を算出する（ステップ S 2 2）。このとき、用紙 1 0 0 の大きさ（搬送方向長さ L ）以上に両端を移動させようとした場合には、その移動量入力操作を無視する。

【 0 0 7 4 】

そして、位置・形状算出部 1 3 1 は、柔軟媒体物 1 0 0 が現在存在している搬送経路上の位置（三次元搬送位置情報 2 5）に基づいて制約条件があるか否かをチェックする（ステップ S 2 3）。

ここで、制約条件の有無は、柔軟媒体物 1 0 0 と干渉して柔軟媒体物 1 0 0 の形状に影響を与える要素（搬送機構の構成部品であるローラ等）の存在の有無と等価であり、図 1 2 (A) および図 1 2 (B) には制約条件が無い例が示されている。また、図 1 3 (A) および図 1 3 (B) には、前述した通り 2 つのローラによって柔軟媒体物 1 0 0 の一部の形状変形に制約が加えられる場合、つまり、ローラによる制約条件が有る例が示されている。

【 0 0 7 5 】

図 1 2 (A) および図 1 2 (B) に示すように制約条件が無い場合（ステップ S 2 3 の N O ルート）、位置・形状算出部 1 3 1 は、柔軟媒体物 1 0 0 の長さ L と両端移動後の両端間距離 W_1 とに基づいて、柔軟媒体物 1 0 0 の二次元形状を算出する（ステップ S 2 4）。その二次元形状の算出は、図 1 4 を参照しながら説明する手法により近似的に行なわれる。

【 0 0 7 6 】

一方、図 1 3 (A) および図 1 3 (B) に示すように制約条件が有る場合（ステップ S 2 3 の Y E S ルート）、位置・形状算出部 1 3 1 は、その制約条件に関する情報を入力された後（ステップ S 2 5）、柔軟媒体物 1 0 0 が制約を受けている位置の間隔つまりローラ間距離 W_2 と、そのローラ間における柔軟媒体物 1 0 0 の長さ（用紙長） L_2 とに基づいて、柔軟媒体物 1 0 0 の二次元形状を算出する（ステップ S 2 6）。その二次元形状の算出は、図 1 5 を参照しながら説明する手法により近似的に行なわれる。

【 0 0 7 7 】

位置・計算算出部 1 3 1 において用いられる形状算出手法としては、様々なものがある。

例えば、前述した L および W_1 と、実際の柔軟媒体物 1 0 0 の形状パターンとの関係、もしくは、前述した W_2 および L_2 と、実際の柔軟媒体物 1 0 0 の形状パターンとの関係を予めテーブルとして登録しておく。そして、制約条件が無い場合、サイズ情報 2 2 として得られる長さ L と、入力された移動量に基づいて算出される両端間距離 W_1 ($= L - \text{移動量}$) とをキーにしてテーブルを検索することにより、形状パターンを得る。一方、制約条件が有る場合、三次元搬送経路情報

23として得られるローら間距離 W_2 と、入力された移動量に基づいて算出される用紙長 $L_2 (=W_2 + \text{移動量})$ とをキーにしてテーブルを検索することにより形状パターンを得る。

【0078】

上述のごとくテーブルを検索して形状パターンを得る手法のほか、材料力学の座屈の計算に基づいて柔軟媒体物100の形状を求める手法や、柔軟媒体物100の形状を円弧や直線により簡易的に記述・算出する形状近似手法などがある。本実施形態では、上記形状近似手法が採用されており、その手法について図14および図15を参照しながら説明する。

【0079】

通常、搬送機構の解析に際して柔軟媒体物100の正確な形状を考慮する必要はなく、その形状を円弧により簡易かつ近似的に記述することができていれば十分である。

制約条件が無い場合には、柔軟媒体物100の二次元形状を示す曲線を、図14に示すような円弧として近似し、前述した L と W_1 に基づいて、その円弧の半径 R と角度 α とを算出する。 L および W_1 と、 R および α との間には、下式(1)および(2)の関係があるので、これらの式(1)および(2)から、円弧の半径 R および角度 α は極めて容易に算出される。

【0080】

$$W_1 = 2 * R * \sin(\alpha / 2) \quad (1)$$

$$L = R * \alpha \quad (2)$$

【0081】

一方、制約条件がある場合には、2つのローラ301、302間における柔軟媒体物100の二次元形状を示す曲線を、図15に示すような4つの円弧により近似することができる。これらの円弧は、いずれも、半径 R_2 および角度 α_2 を有している。 L_2 および W_2 と、 R_2 および α_2 との間には、下式(3)および(4)の関係があるので、これらの式(3)および(4)から、円弧の半径 R_2 および角度 α_2 は極めて容易に算出される。

【0082】

$$W_2/4 = R_2 \sin(\alpha_2) \quad (3)$$

$$L_2/4 = R_2 \alpha_2 \quad (4)$$

【 0 0 8 3 】

〔 2 - 4 〕 柔軟媒体物の不定作用点による移動シミュレーション処理の説明
移動量情報が、③柔軟媒体物の不定作用点による移動に係るものであると判断
された場合、柔軟媒体物の不定作用点による移動シミュレーション処理は、図 6
のフローチャート（ステップ S 3 1 ～ S 3 8 ）に示す手順で実行される。その手
順を図 1 6 （ A ） ～ 図 1 9 （ B ）を参照しながら説明する。

【 0 0 8 4 】

なお、図 1 6 （ A ） ～ 図 1 8 （ B ）はいずれも柔軟媒体物 1 0 0 と 2 つのロー
ラ 3 0 1 , 3 0 2 との位置関係が変化するタイミングを説明するための図で、図
1 6 （ A ）および図 1 6 （ B ）は、柔軟媒体物 1 0 0 がローラから抜けるタイミ
ング例を示し、図 1 7 （ A ）および図 1 7 （ B ）は、柔軟媒体物 1 0 0 がローラ
3 0 2 と接触するタイミング例を示し、図 1 8 （ A ）および図 1 8 （ B ）は、ロ
ーラ 3 0 1 , 3 0 2 間における柔軟媒体物 1 0 0 の膨らみが消えるタイミング例
を示している。また、図 1 9 （ A ）および図 1 9 （ B ）は、 2 つのローラ 3 0 1
, 3 0 2 の速度差によって、搬送中の柔軟媒体物 1 0 0 に膨らみが生じる状況を
説明するための図である。

【 0 0 8 5 】

ここで、柔軟媒体物 1 0 0 に対する力の作用点の位置が変動する状態での移動
量情報の入力は、例えば、移動量情報が、柔軟媒体物 1 0 0 に接触して作用する
ローラ 3 0 1 , 3 0 2 の回転量（操作量、制御量）を入力することによって行な
われる。

【 0 0 8 6 】

本実施形態では、図 1 6 （ A ） ～ 図 1 9 （ B ）に示すような、ローラ 3 0 1 ,
3 0 2 と柔軟媒体物 1 0 0 との接触点を、柔軟媒体物 1 0 0 の不定作用点として
扱う場合について説明する。このとき、ローラ 3 0 1 , 3 0 2 の位置にある柔軟
媒体物 1 0 0 の微小領域が、各ローラ 3 0 1 , 3 0 2 の回転に応じて移動するも
の考える。

【0087】

この場合、1回の入力として各ローラ301, 302の回転量が移動量情報として与えられ、その回転量に応じて柔軟媒体物100を移動している途中で、ローラ302から柔軟媒体物100が抜けたり、柔軟媒体物100がローラ302と新たに接触したりすることがある。また、2以上のローラ301, 302が柔軟媒体物100に接触・作用する場合には、ローラ301, 302間における力関係によって、ローラ301, 302の回転量が決まることもある。

【0088】

このような状況に対して、本実施形態の位置・形状算出部131は、ローラ301, 302と柔軟媒体物100との位置関係が変化するタイミング（後述する比ratio）を算出し、そのタイミングの前後で分けて、柔軟媒体物100の動きや形状を算出する。即ち、柔軟媒体物100の不定作用点による移動シミュレーション処理を行なう際、柔軟媒体物100の移動に伴いローラ301, 302からの作用点の位置が変化するので、位置・形状算出部131は、計算毎に作用点の位置を求め、その作用点の変位に基づいて柔軟媒体物100の位置・形状を計算している。

【0089】

図6に示すフローチャート（ステップS31～S38）に従って、柔軟媒体物100の不定作用点による移動シミュレーション処理について説明する。

なお、1回の移動量情報の入力操作に応じて、複数のローラ（1～n；複数の不定作用点）と接触する柔軟媒体物100が存在する場合、各ローラ（不定作用点）による移動量 q_i （ $i=1\sim n$ ）を求め、その移動量を配列 $Q[n]$ として保存しておく。例えば図16（A）～図19（B）に示すごとく、2つのローラ301, 302が柔軟媒体物100に接触・作用している場合には、1回の入力操作に応じた、各ローラ301, 302による移動量 q_1 , q_2 が求められることになる。

【0090】

また、以下の説明では、ある不定作用点（ローラ） i について、1回の入力操作に応じた全移動時間（もしくは全移動量）を T とし、その入力操作に応じて移

動を開始してから、不定作用点（ローラ） i と柔軟媒体物100との位置関係が変化するまでの時間を S とし、これらの比 S/T を移動比率 $\text{ratio-}i$ としている。当然、1回の入力操作により前記位置関係の変化が無い場合には、 $\text{ratio-}i=1$ となる。

【0091】

位置・形状算出部131は、1回の移動量情報の入力操作に応じて得られた前記配列 $Q[n]$ を入力されると（ステップS31）、まず、各ローラ i についての移動比率 ratio を、全て最大値“1”に初期設定した後（ステップS32）、今回の入力操作で、各ローラ i と柔軟媒体物100との位置関係に変化が生じるか否かを調べる。各ローラ i （301, 302）と柔軟媒体物100との位置関係が変化するタイミングの種類としては、次の3つがある。

【0092】

①柔軟媒体物100がローラ i から抜けるタイミング〔図16（A）および図16（B）参照〕。

②柔軟媒体物100が新たにローラ i と接触するタイミング〔図17（A）および図17（B）参照〕。

③ローラ間における柔軟媒体物100の膨らみが消えるタイミング〔図18（A）および図18（B）参照〕。

【0093】

上述した③のタイミングでは、次のような理由で位置関係が変化するものと考ええる。ローラ間において柔軟媒体物100に膨らみがある場合、図18（A）および図18（B）に示すローラ302は、入力操作の通りに回転することができる。しかし、柔軟媒体物100の膨らみが無くなると、それ以降は、ローラ302を回転させようとしてもローラ301の影響を受けて、ローラ302は入力操作の通りに回転することができなくなり、ローラ301の回転に依存してローラ302の回転動作が決まることになる。

【0094】

例えば、ローラ301の回転方向とローラ302の回転方向とが逆であれば、柔軟媒体物100を引っ張り合うことになるので、ローラ302の回転は制限さ

れる。このように、膨らみがある場合と無い場合ではローラ 3 0 2 の回転量が変化するので、本実施形態では、柔軟媒体物 1 0 0 の膨らみが無くなるタイミングを、位置関係の変化タイミングとして捉えている。

【0095】

位置・形状算出部 1 3 1 は、ローラ 1 ～ n の中から、柔軟媒体物 1 0 0 に作用するローラを選択し（ステップ S 3 3）、現時点から、柔軟媒体物 1 0 0 とローラとの位置関係が最初に変化するまでの移動時間（または移動量）S を求めるとともに、その移動時間（移動量）S と、今回の入力操作に伴うローラの全移動時間（全移動量）T との比である移動比率ratioを算出する（ステップ S 3 4）。このとき、今回の入力操作に伴い上述のような位置関係の変化が生じる場合、 $S < T$ であり、移動比率ratioは 1 未満の値となる。一方、位置関係の変化が生じない場合には、移動比率ratio = 1 とする。

【0096】

そして、位置・形状算出部 1 3 1 は、現時点から、柔軟媒体物 1 0 0 とローラとの位置関係が最初に変化するまでの、各ローラ i の移動量を、移動比率ratioに相当する移動量 $q_i \cdot \text{ratio}$ として算出した後（ステップ S 3 5）、算出された各ローラ i の移動量に基づいて、柔軟媒体物 1 0 0 の三次元搬送位置および二次元形状を算出する（ステップ S 3 6）。柔軟媒体物 1 0 0 の三次元搬送位置や二次元形状の算出手法としては、ステップ S 1 2, S 1 3, S 2 2, S 2 4, S 2 6 において用いられる、前述と同様の手法が用いられる。

【0097】

このとき、隣り合うローラ 3 0 1 および 3 0 2 が同じ回転方向に回転していても速度差があると、図 1 9 (A) および図 1 9 (B) に示すように柔軟媒体物 1 0 0 に膨らみが生じたり、あるいは、柔軟媒体物 1 0 0 を引っ張り合ったりすることになる。引っ張り合う場合は、どちらか一方のローラ 3 0 1, 3 0 2 が滑るかまたは回転しないことになるが、このような状況は、ローラ 3 0 1, 3 0 2 の摩擦係数やモータのトルクなどによって決まる。処理を簡単にするために、上述のような状況では、両方のローラ 3 0 1, 3 0 2 の回転を止めてしまうといった手法を用いてもよい。

【0098】

位置・形状算出部131は、柔軟媒体物100の位置・形状を算出した後、ステップS34で算出された移動比率ratioの値に基づいて、処理を終了するか否かを判定する（ステップS37）。ここでは、移動比率ratioが“1”であるか否かに応じて、終了判定を行なっている。

【0099】

ステップS34で算出された移動比率ratioが“1”であるということは（ステップS37のYESルート）、各ローラ*i*と柔軟媒体物100との位置関係に変化が無かったということである。この場合、ステップS35において、今回の入力操作に応じた全移動量による位置・形状算出を完了しているので、位置・形状算出部131は処理を終了する。

【0100】

一方、ステップS34で算出された移動比率ratioが“1”でない場合（ステップS37のNOルート）、今回の入力操作に応じた全移動量による位置・形状算出を未だ完了しておらず、位置関係の変化後の移動量に応じた処理を続行する必要がある。そこで、位置・形状算出部131は、各ローラ*i*の残りの移動量を $q_i * (1 - \text{ratio})$ として算出し、その移動量 $q_i * (1 - \text{ratio})$ を各ローラ*i*の全移動量（全移動時間）に置き換えた後（ステップS38）、再びステップS32に戻り、前述と同様の処理を繰り返し実行する。

【0101】

ここで、図16（A）～図18（B）に示す具体的な例を、図6に示すフローチャートに適用した場合について説明する。

図16（A）および図16（B）に示すごとく、柔軟媒体物100がローラ302から抜けるタイミングで位置関係の変化が生じる場合、最初のループのステップS33において2つのローラ301および302が選択され、ステップS34において、今回入力された全移動量（全移動時間） T に対する、柔軟媒体物100がローラ302から抜けるまでの移動量（移動時間） S の比 S/T が、移動比率ratioとして算出される。

【0102】

移動量 S だけ移動するタイミングの前後でローラ302と柔軟媒体物100との位置関係が変化するので、最初のループのステップS35およびS36において、そのタイミングまでの柔軟媒体物100の動き（位置や形状）が算出され、柔軟媒体物100の三次元搬送位置情報25および二次元形状情報26が更新される。

【0103】

このとき、移動比率 $\text{ratio} = S/T$ が1未満であれば、ステップS37のNOルートを通り、ステップS38において、全移動量（全移動時間）が T から $T \cdot (1 - S/T) = T - S$ に置き換えられてから、ステップS32へ、つまり2回目のループへ移行する。

【0104】

2回目のループでは、ステップS33においてローラ301だけが選択される。さらに、ローラ301による残りの移動量 $T - S$ では、柔軟媒体物100がローラ301を抜けることがないので、ステップS34において移動比率 ratio として“1”が算出される。

そして、ステップS35およびS36において、前回の柔軟媒体物100の位置・形状に対して、ローラ301による今回の移動量（ $T - S$ ）を考慮した、柔軟媒体物100の動き（位置・形状）が算出され、柔軟媒体物100の三次元搬送位置情報25および二次元形状情報26が更新される。

【0105】

なお、もしローラ301による残りの移動量 $T - S$ に応じて柔軟媒体物100がローラ301を抜ける場合には、前述した最初のループと同様の処理が行われ、ステップS37のNOルートを通して、3回目のループへ移行することになる。また、最初のループにおいて、全移動量 T に応じて柔軟媒体物100が移動してもローラ302から抜けない場合には、ステップS34で算出される移動比率 ratio が“1”となり、位置・形状算出部131は、柔軟媒体物100の位置・形状を算出した後、ステップS37のYESルートを通して処理を終了する。

【0106】

図17（A）および図17（B）に示すごとく、柔軟媒体物100が新たにロ

ーラ i と接触するタイミングで位置関係の変化が生じる場合、最初のループのステップ S 3 3 においてローラ 3 0 1 が選択され、ステップ S 3 4 において、今回入力された全移動量（全移動時間）T に対する、柔軟媒体物 1 0 0 が新たにローラ 3 0 2 に接触するまでの移動量（移動時間）S の比 S/T が、移動比率 ratio として算出される。

【0107】

前述した通り、移動量 S だけ移動するタイミングの前後でローラ 3 0 2 と柔軟媒体物 1 0 0 との位置関係が変化するので、最初のループにおけるステップ S 3 5 および S 3 6 において、そのタイミングまでの柔軟媒体物 1 0 0 の動き（位置や形状）が算出され、柔軟媒体物 1 0 0 の三次元搬送位置情報 2 5 および二次元形状情報 2 6 が更新される。

【0108】

このとき、移動比率 $ratio = S/T$ が 1 未満であれば、ステップ S 3 7 の NO ルートを通り、ステップ S 3 8 において、全移動量（全移動時間）が T から $T * (1 - S/T) = T - S$ に置き換えられてから、ステップ S 3 2 へ、つまり 2 回目のループへ移行する。

【0109】

2 回目のループでは、ステップ S 3 3 においてローラ 3 0 1 および 3 0 2 が選択される。さらに、残りの移動量 $T - S$ では、柔軟媒体物 1 0 0 がローラ 3 0 1 を抜けることがないので、ステップ S 3 4 において移動比率 ratio として “1” が算出される。

そして、ステップ S 3 5 および S 3 6 において、前回の柔軟媒体物 1 0 0 の位置・形状に対して、ローラ 3 0 1 による今回の移動量（ $T - S$ ）を考慮した、柔軟媒体物 1 0 0 の動き（位置・形状）が算出され、柔軟媒体物 1 0 0 の三次元搬送位置情報 2 5 および二次元形状情報 2 6 が更新される。

【0110】

なお、もしローラ 3 0 1 による残りの移動量 $T - S$ に応じて柔軟媒体物 1 0 0 がローラ 3 0 1 を抜ける場合には、前述した最初のループと同様の処理が行なわれ、ステップ S 3 7 の NO ルートを通して、3 回目のループへ移行することにな

る。また、最初のループにおいて、全移動量 T に応じて柔軟媒体物100が移動しても新たにローラ302と接触しない場合には、ステップS34で算出される移動比率 $ratio$ が“1”となり、位置・形状算出部131は、柔軟媒体物100の位置・形状を算出した後、ステップS37のYESルートを通して処理を終了する。

【0111】

図18(A)および図18(B)に示すごとく、ローラ301, 302間における柔軟媒体物100の膨らみが消えるタイミングで位置関係の変化が生じる場合、最初のループのステップS33においてローラ301および302が選択され、ステップS34において、今回入力された全移動量(全移動時間) T に対する、柔軟媒体物100の膨らみが消えるまでの移動量(移動時間) S の比 S/T が、移動比率 $ratio$ として算出される。

【0112】

前述した通り、移動量 S だけ移動するタイミングの前後でローラ302と柔軟媒体物100との位置関係が変化する。つまり、柔軟媒体物100の膨らみが無くなるまでは、ローラ302は制約なく回転することが可能であるが、柔軟媒体物100の膨らみが無くなると、ローラ302はローラ301よりも速く回転することができなくなる。

【0113】

従って、最初のループにおけるステップS35およびS36において、そのタイミングまでの柔軟媒体物100の動き(位置や形状)が算出され、柔軟媒体物100の三次元搬送位置情報25および二次元形状情報26が更新される。

このとき、移動比率 $ratio = S/T$ が1未満であれば、ステップS37のNOルートを通り、ステップS38において、各ローラ301, 302についての全移動量(全移動時間)が T から $T * (1 - S/T) = T - S$ に置き換えられてから、ステップS32へ、つまり2回目のループへ移行し、以降は、前述と同様の処理が繰り返し実行される。

【0114】

〔2-5〕帳面状媒体物に対するページめくりシミュレーション処理の説明

移動量情報が、④帳面状媒体物に対するページめくりに係るものであると判断された場合、帳面状媒体物に対するページめくりシミュレーション処理は、図 7 ～図 1 0 のフローチャート（ステップ S 3 1' ～ S 3 6' , S 4 1 ～ S 5 8, S 6 1 ～ S 7 2）に示す手順で実行される。その手順を図 2 1（A）～図 2 5（C）を参照しながら説明する。

【0 1 1 5】

なお、図 7 は帳面状媒体物（通帳 2 0 0）に対するページめくりシミュレーション処理の流れ全体を説明するためのフローチャート、図 8 ～図 1 0 はそのページめくりシミュレーション処理の詳細を説明するためのフローチャートである。また、図 2 1（A）および図 2 1（B）は、前述した通り、本実施形態における通帳 2 0 0 の各ページに関する変数の定義を説明するための図、図 2 2（A）～図 2 4（B）はいずれも本実施形態でのページめくりシミュレーション処理を説明するための図、図 2 5（A）～図 2 5（C）は本実施形態におけるシミュレーション結果の表示例を示す図である。

【0 1 1 6】

ここでは、搬送機構において、本や通帳などの複数ページからなる柔軟媒体物（帳面状媒体物）を搬送する場合のシミュレーション処理について説明する。帳面状媒体物としての通帳 2 0 0 [図 2 1（A）および図 2 1（B）参照] が、1 枚だけの柔軟媒体物 1 0 0 と異なる点は、一方の端が綴じ目となり他の柔軟媒体物と連結されている点である。

【0 1 1 7】

なお、通帳 2 0 0 の全体の移動シミュレーション処理は、図 4 に示したフローチャートに従って実行される。その際、通帳 2 0 0 は 1 枚ずつ移動することはないので、通帳 2 0 0 の全てのページ 2 0 1 に共通の移動操作変数を設定し、その変数を用いて移動量情報を入力する。全体移動のシミュレーション処理は、1 枚の用紙（柔軟媒体物）1 0 0 の時とほぼ同様であるが、位置・形状算出部 1 3 1 において、各ページ 2 0 1 の厚さを考慮して計算を行ない、搬送経路からのオフセット量を付けて、通帳 2 0 0 の位置を決定する。

【0 1 1 8】

通帳 200 に対する、固定作用点による移動シミュレーション処理は、図 5 に示したフローチャートに従って実行される。ただし、その際、固定作用点の位置は、通帳（帳面状媒体物）200 の、外部に露出したページ 201 上に制限される。つまり、外部に見えているページ（開いているページ）201 だけに、操作を加えられるよう、操作対象が制限される。これにより、1枚だけの柔軟媒体物 100 に対してシミュレーションを行なう場合と同様にして、位置・形状の算出を行なうことができる。

【0119】

そして、通帳 200 に対する、不定作用点による移動シミュレーション処理、即ち、ローラによるページめくりシミュレーション処理は、図 7～図 10 に示すフローチャートに従って実行される。

ここで、通帳 200 のページ構成と現在のページ番号との定義について、図 21 (A) および図 21 (B) により説明する。図 21 (A) および図 21 (B) に示す通帳 200 は、5枚のページ 201（全ページ数 $N=5$ ）を有しており、各ページにはページ番号 0～4 が付与されている。

【0120】

本実施形態においては、図 21 (A) に示すごとく、通帳 200 を閉じ且つページ番号 0 のページ 201（表紙）が一番上に配置された状態を、ページ $p=0$ として取り扱う。また、図 21 (B) に示すごとく、図 21 (A) に示す状態から通帳 200 のページ 201 を 1枚だけめくって通帳 200 のページ番号 0, 1 を開いた状態を、ページ $p=1$ として取り扱う。

【0121】

以下同様に、通帳 200 のページ番号 1, 2 を開いた状態をページ $p=2$ 、通帳 200 のページ番号 2, 3 を開いた状態をページ $p=3$ 、通帳 200 のページ番号 3, 4 を開いた状態をページ $p=4$ として取り扱う。そして、図 21 (A) に示す例とは逆に、通帳 200 を閉じ且つ最後のページ 201（ページ番号 $N-1=4$ ；裏表紙）が一番上に配置された状態を、ページ $p=N=5$ として取り扱う。

【0122】

位置・形状算出部 1 3 1 は、入力された移動量情報が通帳 2 0 0 に対するページめくりに係るものであると判断した場合には、まず、現在のページ番号による処理の振り分けを、図 7 に示すフローチャートに従って行なう。

つまり、位置・形状算出部 1 3 1 は、通帳 2 0 0 の現在の状態を示すページ p と、通帳 2 0 0 の全ページ数 N とを取得し（ステップ S 3 1'）、 $p = 0$ であるか否か〔つまり、通帳 2 0 0 が図 2 1（A）に示すような状態であるか否か〕を判断する（ステップ S 3 2'）。

【0 1 2 3】

$p = 0$ である場合（ステップ S 3 2' の YES ルート）、位置・形状算出部 1 3 1 は、通帳 2 0 0 の一番上に配置された、ページ番号 0 のページ（柔軟媒体物）2 0 1 に対し、図 8 に示すフローチャート（サブルーチン S R 1）に従った位置・形状計算を実行する（ステップ S 3 3'）。

$p = 0$ でない場合（ステップ S 3 2' の NO ルート）、位置・形状算出部 1 3 1 は、 $p = N$ であるか否か〔つまり、通帳 2 0 0 が最後のページ 2 0 1（ページ番号 $N - 1$ のページ）を一番上に配置した状態であるか否か〕を判断する（ステップ S 3 4'）。

【0 1 2 4】

$p = N$ である場合（ステップ S 3 4' の YES ルート）、位置・形状算出部 1 3 1 は、通帳 2 0 0 の一番上に配置された、ページ番号 $N - 1$ のページ（柔軟媒体物）2 0 1 に対し、図 8 に示すフローチャート（サブルーチン S R 1）に従った位置・形状計算を実行する（ステップ S 3 5'）。

一方、 $p = N$ でない場合（ステップ S 3 4' の NO ルート）、つまり、 $p = 1 \sim N - 1$ の場合、位置・形状算出部 1 3 1 は、通帳 2 0 0 が、現在、ページ番号 $p - 1$ 、 p のページ 2 0 1 を開いた状態であると認識し、これらのページ（柔軟媒体物）2 0 1 に対し、図 1 0 に示すフローチャート（サブルーチン S R 3）に従った位置・形状計算を実行する（ステップ S 3 6'）。

【0 1 2 5】

〔2 - 5 - 1〕表紙／裏表紙に対するページめくりシミュレーション処理の説明

通帳 2 0 0 の表紙もしくは裏表紙に対するページめくりシミュレーション処理（サブルーチン S R 1）の詳細な手順について、図 2 2（A）～図 2 4（B）を参照しながら、図 8 に示すフローチャート（ステップ S 4 1～S 5 0）に従って説明する。

【 0 1 2 6 】

サブルーチン S R 1 では、図 2 2（A）～図 2 4（B）に示すごとく、通帳 2 0 0 の一番上のページ（表紙もしくは裏表紙） 2 0 1 に対し、上側からローラ 3 0 1， 3 0 2 が接触しており、そのローラ 3 0 1， 3 0 2 による移動量を算出してページめくり動作のシミュレーションを行なう。その際、表紙や裏表紙よりも下のページ 2 0 1 にローラ 3 0 1 が接触して作用を及ぼす場合がある。そのような場合のページめくり動作のパターンを図 2 2（A）～図 2 4（B）に示す。

【 0 1 2 7 】

図 2 2（A）および図 2 2（B）に示すパターンでは、複数のローラ 3 0 1， 3 0 2 による移動に伴い、通帳 2 0 0 の全体が移動するとともに、端のローラ 3 0 1 から一番上のページ（柔軟媒体物） 2 0 1 が抜ける。このパターンでは、ローラ 3 0 1 によってめくられるページ 2 0 1 は、最初は表紙もしくは裏表紙であるが、1 回の入力操作による移動の途中から、表紙や裏表紙の下のページになっている。このとき、1 回の入力操作による全移動時間（全移動量）を T 、ローラ 3 0 1， 3 0 2 による移動を開始した後、下のページ 2 0 1 にローラ 3 0 1 が接触するまでの移動時間（移動量）を V とすると、一番上のページ（表紙もしくは裏表紙） 2 0 1 は T 時間分移動し、下のページ 2 0 1 は $(T - V)$ 時間分移動する。

【 0 1 2 8 】

図 2 3（A）および図 2 3（B）に示すパターンでも、複数のローラ 3 0 1， 3 0 2 による移動に伴い、通帳 2 0 0 の全体が移動するが、このパターンでは、一番上のページ（柔軟媒体物） 2 0 1 が、最初から端のローラ 3 0 1 から抜けている。つまり、このパターンでは、最初から下のページ 2 0 1 がローラ 3 0 1 によってめくられることになり、上のページ 2 0 1 も下のページ 2 0 1 も T 時間分移動する。

【0129】

図24（A）および図24（B）に示すパターンでは、通帳200の一番上のページ（柔軟媒体物）201に接触・作用しているローラ301が1つだけであり、1回の入力操作による移動の途中で、ローラ301から一番上のページ（柔軟媒体物）201が抜けている。このとき、一番上のページ201はV時間分移動し、下のページ201は（T-V）時間分移動する。

【0130】

ローラ301、302によるページめくり動作のパターンとしては、以上のようなものがあるが、いずれのパターンにおいても上のページと下のページとが連動してめくられることを考慮する必要がある。以下に説明するサブルーチンSR1～SR3による処理では、上述のようなページめくり動作の連動が考慮されている。

【0131】

さて、図8に示すサブルーチンSR1において、位置・形状算出部131は、処理対象のページ201のページ番号p2として入力されると（ステップS41）、そのページ番号p2に応じて、ページ増減用のパラメータincを設定する（ステップS42）。ここで入力されるページ番号p2は、0またはN-1のいずれか一方であり、p2=0の場合（表紙からめくる場合）には、ページめくり動作に応じてページ番号p2が増加するようにincとして“+1”を設定する一方、p2=N-1の場合（裏表紙からめくる場合）には、ページめくり動作に応じてページ番号p2が減少するようにincとして“-1”を設定する。

【0132】

そして、位置・形状算出部131は、通帳200の、綴じ目の現在位置をpos1として得てから（ステップS43）、ページ番号p2のページ（柔軟媒体物）201の位置・形状計算を、図9に示すサブルーチンSR2（ステップS51～S58）に従って実行し、途中でローラ301からページ201が抜ける場合には、移動比率ratioを算出する（ステップS44）。

【0133】

ここで、サブルーチンSR2による処理について説明する。サブルーチンSR

2のステップS51～S58は、それぞれ、図6に示したフローチャート（不定作用点による移動シミュレーション処理）におけるステップS31～S38に対応している。

【0134】

つまり、位置・形状算出部131は、1回の移動量情報の入力操作に応じて得られた、各ローラの全移動量（配列Q）を入力されると（ステップS51）、まず、各ローラについての移動比率ratioを、全て最大値“1”に初期設定した後（ステップS52）、今回の入力操作で、ページ201とローラ301との位置関係に変化が生じるか否か、つまり、ページ201がローラ301から抜けるか否かを調べる。

【0135】

位置・形状算出部131は、複数のローラの中から、ページ201に接触・作用するローラ301、302を選択し（ステップS53）、現時点から、ページ201とローラ301との位置関係が最初に変化するまでの移動時間（または移動量）Vと、移動比率ratioとを算出する（ステップS54）。

【0136】

ここで、移動時間Vは、現時点から、ページ201とローラ301との位置関係が最初に変化するまでの移動時間である。特に、ローラ301からページ201が抜ける場合、その移動時間Vは、現時点から、下のページ201がローラ301による作用を受けて移動を始めるまでの時間となる。今回の入力操作に伴うローラ301の全移動時間（全移動量）Tとすると、移動比率ratioは、 V/T として算出される。このとき、今回の入力操作に伴い上のページ201がローラ301から抜ける場合、 $V < T$ であり、移動比率ratioは1未満の値となる。一方、上のページ201がローラ301から抜けない場合、即ち、下のページ201にローラ301が作用しない場合は、移動比率ratio=1とする。

【0137】

そして、位置・形状算出部131は、現時点から、上のページ（柔軟媒体物）201とローラ301との位置関係が最初に変化するまでの、各ローラ301、302の移動量を、移動比率ratioに相当する移動量 $q_i \cdot \text{ratio}$ （ $i = 1, 2$ ）

として算出した後（ステップ S 5 5）、算出された各ローラ 3 0 1, 3 0 2 の移動量に基づいて、上のページ 2 0 1 の三次元搬送位置や二次元形状を算出する（ステップ S 5 6）。このとき、三次元搬送位置や二次元形状の算出手法としては、ステップ S 1 2, S 1 3, S 2 2, S 2 4, S 2 6 において用いられる、前述と同様の手法が用いられる。

【 0 1 3 8 】

位置・形状算出部 1 3 1 は、上のページ 2 0 1 の位置・形状を算出した後、上のページ（柔軟媒体物） 2 0 1 がローラ 3 0 1 から抜けるか否か、または、ステップ S 5 4 で算出された移動比率 ratio の値が “1” であるか否かに応じ、サブルーチン S R 2 の終了判定を行なっている（ステップ S 5 7）。

上のページ 2 0 1 がローラ 3 0 1 から抜ける場合（ステップ S 5 7 の Y E S 判定）、位置・形状算出部 1 3 1 は、サブルーチン S R 2 を終了してサブルーチン S R 1 に戻り、後述するごとくページ番号 p 2 の更新処理等を行なう。

【 0 1 3 9 】

また、ステップ S 5 4 で算出された移動比率 ratio の値が “1” である場合（ステップ S 5 7 の Y E S 判定）、各ローラ 3 0 1, 3 0 2 と上のページ 2 0 1 との位置関係に変化が無かったということである。この場合、ステップ S 5 5 において、今回の入力操作に応じた全移動量による、ページ 2 0 1 の位置・形状算出を完了しているので、位置・形状算出部 1 3 1 は、サブルーチン S R 2 を終了してサブルーチン S R 1 に戻る。

【 0 1 4 0 】

一方、上のページ（柔軟媒体物） 2 0 1 がローラ 3 0 1 から抜けず、且つ、ステップ S 5 4 で算出された移動比率 ratio が “1” でない場合（ステップ S 3 7 の N O ルート）、位置・形状算出部 1 3 1 は、位置関係の変化後の移動量に応じた処理を続行する。つまり、位置・形状算出部 1 3 1 は、各ローラ 3 0 1, 3 0 2 の残りの移動量を、 $q_i * (1 - \text{ratio})$ として算出し、その移動量 $q_i * (1 - \text{ratio})$ を各ローラ 3 0 1, 3 0 2 の全移動量（全移動時間）に置き換えた後（ステップ S 5 8）、再びステップ S 5 2 に戻り、前述と同様の処理を繰り返して実行する。

【0141】

サブルーチンSR2を終了すると、位置・形状算出部131は、通帳200の新しい綴じ目の位置をpos2として求めるとともに、この新しい綴じ目の位置pos2と前回の綴じ目の位置pos1との差 $pos2 - pos1$ を、通帳200の移動量moveとして算出した後（ステップS45）、ステップS44（サブルーチンSR2）において算出された移動比率ratioが“1”であるか否かを判定する（ステップS46）。

【0142】

移動比率ratio=1である場合（ステップS46のYESルート）、今回の入力操作に応じた全移動量による位置・形状算出を完了しているので、位置・形状算出部131は、下のページ201の全体（通帳200）を、ステップS45で算出された移動量moveだけ移動させ（ステップS47）、ページめくりのシミュレーション処理を終了する。

【0143】

一方、移動比率ratio=1でない場合（ステップS46のNOルート）、位置・形状算出部131は、ページ番号p2を $p2 + inc$ に更新してから（ステップS48）、更新後のページ番号p2が0未満（ $p2 < 0$ ）であるか否か、もしくは、全ページ数N以上（ $p2 > N - 1$ ）であるか否かを判定する（ステップS49）。

更新後のページ番号p2が0未満もしくは全ページ数N以上である場合（ステップS49のYESルート）、通帳200の全ページをめくり終わった状態であるので、位置・形状算出部131は処理を終了する。

【0144】

また、更新後のページ番号p2が0以上N未満である場合（ステップS49のNOルート）、今回の入力操作に応じてページめくりが続行される状態であるので、位置・形状算出部131は、ローラ301、302の移動量を、 $q_i * (1 - ratio)$ として設定するとともに、ステップS45で得られた綴じ目位置p2をp1に置き換えた後（ステップS50）、再びステップS44に戻り、前述と同様の処理を繰り返し実行する。

【 0 1 4 5 】

上述のような処理においては、ページ番号 $p 2$ のページ 2 0 1 が上のページとして扱われ、ページ番号 $(p 2 + inc)$ のページ 2 0 1 が下のページとして扱われ、下のページ 2 0 1 にローラ 3 0 1 の影響（作用）が及ぶ限り、下のページ 2 0 1 に対するページめくりシミュレーションが続行される。なお、下のページ 2 0 1 に対する移動量としては、ステップ S 5 0 にて前述した通り、ローラ 3 0 1 の最初の移動量 $q 1$ を $(1 - ratio)$ 倍にした値を設定する。ただし、下のページ 2 0 1 でローラ 3 0 1 に接触しない部分の移動は、上のページ 2 0 1 に連動するものとする。

【 0 1 4 6 】

以上のようなページめくりシミュレーション処理の結果に基づいて三次元像作成部 1 3 2 により作成され、ディスプレイ 3 0 上に表示された柔軟媒体物（ページ 2 0 1）の三次元像の例を、図 2 5（A）～図 2 5（C）に示す。これらの図 2 5（A）～図 2 5（C）に示すように、ディスプレイ 3 0 上には、搬送機構を成すローラ 3 0 1，3 0 2 の三次元像（構成部品像）も表示される。

【 0 1 4 7 】

図 2 5（A）の三次元像は、上のページ 2 0 1 にローラ 3 0 1，3 0 2 が接触しており、上のページ 2 0 1 に対するページめくりを開始する直前の状態を示すものである。この図 2 5（A）に示す状態からページめくりが開始され、図 2 5（B）では、ローラ 3 0 1 が下のページ（図示略）に接触する直前（位置関係が変化する直前）となった状態での三次元像が示されている。また、図 2 5（C）の三次元像は、上のページ 2 0 1 がローラ 3 0 1 から抜け、この上のページ 2 0 1 がローラ 3 0 1 の上方へめくり上がった状態を示すものである。

【 0 1 4 8 】

〔 2 - 5 - 2 〕 見開きページに対するページめくりシミュレーション処理の説明

通帳 2 0 0 の見開きページに対するページめくりシミュレーション処理（サブルーチン S R 3）の詳細な手順について、図 1 0 に示すフローチャート（ステップ S 6 1 ～ S 7 2）に従って説明する。

【 0 1 4 9 】

サブルーチン S R 3 では、見開きページ L, R の両方を移動させる。見開きページ L, R のそれぞれに対して、ローラによる移動計算を行なうと、計算後にこれらのページ L, R を連結するのが難しい。そこで、サブルーチン S R 3 では、後述するごとく、見開きの 2 枚のページ L, R を 1 枚のページ（柔軟媒体物）M と見なして、ページ M の位置・形状を計算している。

なお、2 枚のページ L, R を連結すると、連結部（綴じ目）の位置が分からなくなるので、その位置は最後に計算する。なお、サブルーチン S R 3 による処理においても、図 2 2 (A) ～ 図 2 4 (B) により前述した、ページめくり動作の連動が考慮されている。

【 0 1 5 0 】

さて、図 1 0 に示すサブルーチン S R 3 において、位置・形状算出部 1 3 1 は、見開きの 2 枚のページ L, R としてページ番号 p , $p - 1$ を設定・入力されると（ステップ S 6 1）、これらのページ L, R を連結して 1 枚のページ M を作成し（ステップ S 6 2）、通帳 2 0 0 の、綴じ目の現在位置を $pos1$ として求める（ステップ S 6 3）。

【 0 1 5 1 】

この後、位置・形状算出部 1 3 1 は、ページ（柔軟媒体物）M の位置・形状計算を、図 9 に示すサブルーチン S R 2（ステップ S 5 1 ～ S 5 8）に従って実行し、途中でローラからページ M が抜ける場合は、移動比率 $ratio$ を算出する（ステップ S 6 4）。なお、サブルーチン S R 2 による処理については、前述した通りであるので、その説明は省略する。

【 0 1 5 2 】

サブルーチン S R 2 を終了すると、位置・形状算出部 1 3 1 は、サブルーチン S R 2 による処理後のページ M からページ L とページ R とを作成し（ステップ S 6 5）、通帳 2 0 0 の新しい綴じ目の位置を $pos2$ として算出し（ステップ S 6 6）、この新しい綴じ目の位置 $pos2$ と前回の綴じ目の位置 $pos1$ との差 $pos2 - pos1$ を、通帳 2 0 0 の移動量 $move$ として算出した後（ステップ S 6 7）、ステップ S 6 4（サブルーチン S R 2）において算出された移動比率 $ratio$ が “1” であるか

否かを判定する（ステップ S 6 8）。

【 0 1 5 3 】

移動比率 $ratio=1$ である場合（ステップ S 6 8 の Y E S ルート）、今回の入力操作に応じた全移動量による位置・形状算出を完了しているので、位置・形状算出部 1 3 1 は、下のページの全体（通帳 2 0 0）を、ステップ S 6 7 で算出された移動量 $move$ だけ移動させ（ステップ S 6 9）、ページめくりのシミュレーション処理を終了する。

【 0 1 5 4 】

一方、移動比率 $ratio=1$ でない場合（ステップ S 6 8 の N O ルート）、位置・形状算出部 1 3 1 は、ローラから抜けたページが L であるならば $L=L-1$ 、またローラから抜けたページが R であるならば $R=R+1$ の、ページ番号の更新を行ってから（ステップ S 7 0）、更新後のページ L が 0 未満（ $L<0$ ）であるか否か、もしくは、更新後のページ R が全ページ数 N 以上（ $R>N-1$ ）であるか否かを判定する（ステップ S 7 1）。

更新後のページ L が 0 未満もしくは更新後のページ R が全ページ数 N 以上である場合（ステップ S 7 1 の Y E S ルート）、通帳 2 0 0 の全ページをめくり終わった状態であるので、位置・形状算出部 1 3 1 は処理を終了する。

【 0 1 5 5 】

また、更新後のページ L が 0 以上もしくは更新後のページ R が N 未満である場合（ステップ S 7 1 の N O ルート）、今回の入力操作に応じてページめくりが続行される状態であるので、位置・形状算出部 1 3 1 は、ローラの移動量を、 $q_i * (1 - ratio)$ として設定するとともに、ステップ S 6 6 で得られた綴じ目位置 p_2 を p_1 に置き換えた後（ステップ S 7 2）、再びステップ S 6 4 に戻り、前述と同様の処理を繰り返し実行する。

上述のような処理により、サブルーチン S R 3 おいても、下のページにローラの影響（作用）が及ぶ限り、下のページに対するページめくりシミュレーションが続行される。

【 0 1 5 6 】

〔 2 - 6 〕 柔軟媒体物の三次元モデルの説明

上述したように、柔軟媒体物 1 0 0, 2 0 0 の動きや形状の計算結果を三次元モデルとして高速に表示することが要望されているが、曲面で構成される柔軟媒体物モデル（三次元像）を精度良く生成するには、多大な計算コストがかかる。

そこで、本実施形態においては、柔軟媒体物としての用紙 1 0 0 や通帳 2 0 0 の各ページ 2 0 1 を、前述した通り、図 2 0 (A) ~ 図 2 0 (C) に示すような三次元モデルとして取り扱うことにより、三次元像生成部 1 3 2 が、位置・形状算出部 1 3 1 により得られた二次元形状から、曲面で構成される柔軟媒体物モデル（三次元像）を、極めて簡易に且つ精度良く生成できるようになっている。

【0 1 5 7】

つまり、図 2 0 (A) に示す、搬送方向長さが L で幅方向長さが W の柔軟媒体物 1 0 0 (ページ 2 0 1) は、図 2 0 (B) に示すように、複数の短冊状部材 1 0 1 から構成され、且つ、これらの短冊状部材 1 0 1 の相互を幅方向に平行な回転軸 1 0 2 の周りに回転可能に連結して構成される三次元モデルとして取り扱われる。これにより、柔軟媒体物 1 0 0 (2 0 1) の形状変化（変形）を、隣接する短冊部材 1 0 1 間の角度を変えるだけで表現することができる。

【0 1 5 8】

〔2 - 7〕柔軟媒体物の移動手法の説明

ところで、入力された移動量に対して、柔軟媒体物 1 0 0 (ページ 2 0 1) を移動させる手法としては、関節を使う手法と経路を使う手法とがある。

前者の関節を使う手法では、例えば、ローラによって柔軟媒体物が送られる場合、ローラに回転関節を設定するとともに柔軟媒体物にスライド関節を設定し、これら 2 種類の関節の間に、移動量に関する関係を設定する。この関係は、例えば、回転関節が a 度回転したらスライド関節が b mm 移動するというような比例関係等である。関節、および、関節間の関係を予め設定しておくことにより、ローラに回転量が入力されると、その回転量に応じて柔軟媒体物を並進移動させることができる。

【0 1 5 9】

一方、後者の経路を使う手法では、予め柔軟媒体物 1 0 0, 2 0 0 が移動する搬送経路を設定しておき、その搬送経路に沿って柔軟媒体物を移動させていく。

本実施形態では、この手法が採用されており、図 1 1 を参照しながら前述した通り、柔軟媒体物 1 0 0、2 0 0 の搬送経路 3 0 0 が搬送経路設定部 1 2 により三次元搬送経路情報 2 3 として予め設定されている。

そして、位置・形状算出部 1 3 1 により、柔軟媒体物 1 0 0、2 0 0 の搬送経路上での位置や搬送経路に沿う動きが、三次元搬送経路情報 2 3 に基づいて極めて簡易に算出できるようになっている。

【0 1 6 0】

〔2-8〕柔軟媒体物の振れシミュレーションの説明

次に、本実施形態のシミュレーション部 1 3 において実行される、柔軟媒体物 1 0 0 の振れのシミュレーション処理について、図 2 6 (A) ~ 図 2 7 (B) を参照しながら説明する。

なお、図 2 6 (A) および図 2 6 (B) は柔軟媒体物が理想的な搬送経路に沿って搬送される状態を示す図、図 2 7 (A) および図 2 7 (B) は柔軟媒体物が理想的な搬送経路に対して振れながら搬送される状態を示す図である。

【0 1 6 1】

本実施形態のシミュレーション部 1 3 では、上述のごとく、予め設定された搬送経路 3 0 0 に沿って柔軟媒体物 1 0 0 を移動させているが、柔軟媒体物 1 0 0 の振れのシミュレーションを行なう際、この搬送経路 3 0 0 を、理想的な搬送経路（定常の搬送経路）として設定する。

【0 1 6 2】

実際の搬送では、柔軟媒体物 1 0 0 はぶれたり振動したりしながら移動していく。これにより、同じ移動量を指令しても、柔軟媒体物 1 0 0 の位置に差が出てくる場合がある。

この様子をシミュレーション部 1 3 により再現するため、本実施形態では、前述した通り、誤差量設定部 1 6 により、理想の搬送経路に対する誤差量 e を設定することができるようになっている。

【0 1 6 3】

例えば図 2 6 (A) に示すように柔軟媒体物 1 0 0 の先端がローラ 3 0 2 の位置に到達した状態から、図 2 6 (B) に示すように、柔軟媒体物 1 0 0 が理想的

な搬送経路に沿って搬送され、その先端がローラ 3 0 1 の位置に到達する場合、柔軟媒体物 1 0 0 の先端の移動距離は、ローラ 3 0 1, 3 0 2 間における、理想的な搬送経路による経路長（直線長） D となる。

このとき、ローラ 3 0 2 に対する柔軟媒体物 1 0 0 の移動比率を P とすると、柔軟媒体物 1 0 0 の先端をローラ 3 0 2 からローラ 3 0 1 まで移動させるために必要なローラ 3 0 2 の回転量 R は D/P となる。

【0 1 6 4】

これに対して、本実施形態の位置・形状算出部 1 3 1 では、搬送経路設定部 1 2 により設定された三次元搬送経路における、所定区間（例えばローラ 3 0 1, 3 0 2 間）の経路長 D に、誤差量設定部 1 6 により設定された誤差量 e を加算した値を用いて、三次元搬送位置が算出される。

【0 1 6 5】

つまり、搬送経路の中で、誤差をのせたい所定区間（柔軟媒体物 1 0 0 に振れが生じる区間）を設定し、その所定区間の経路長が理想的には D (mm) となるところを、誤差がある時（振れが生じる時）には、その区間を通過するための経路長が $D + e$ (mm) となるように設定する。この誤差量 e は一定値であってもよいし、ランダムな値であってもよい。

【0 1 6 6】

例えば図 2 7 (B) に示すように柔軟媒体物 1 0 0 の先端がローラ 3 0 2 の位置に到達した状態から、図 2 7 (B) に示すように、柔軟媒体物 1 0 0 が理想的な搬送経路に対して振れながら搬送され、その先端がローラ 3 0 1 の位置に到達する場合、柔軟媒体物 1 0 0 の先端の移動距離は、前記経路長 D と誤差量 e とを加算した値として取り扱われる。

【0 1 6 7】

このとき、ローラ 3 0 2 に対する柔軟媒体物 1 0 0 の移動比率として P が予め設定されているものとする、柔軟媒体物 1 0 0 の先端をローラ 3 0 2 からローラ 3 0 1 まで移動させるために必要なローラ 3 0 2 の回転量 R' は $(D + e) / P$ となる。

【0 1 6 8】

理想的な搬送経路に対して柔軟媒体物 1 0 0 が振れていても、見かけ上振れていないように柔軟媒体物 1 0 0 の搬送位置を計算するために、柔軟媒体物 1 0 0 の先端が前記所定区間に入ると、位置・形状算出部 1 3 1 においては、予め設定された移動比率 P に $D / (D + e)$ を乗算して補正し、補正後の移動比率 $P' = P * D / (D + e)$ を用いる。これにより、所定区間を搬送される柔軟媒体物 1 0 0 の振れをシミュレートすることができる。

【0169】

〔2-9〕柔軟媒体物のジャム発生シミュレーションの説明

次に、本実施形態のシミュレーション部 1 3 において実行される、柔軟媒体物 1 0 0 のジャム発生シミュレーション処理について、図 2 8 (A) ～図 3 0 を参照しながら説明する。

なお、図 2 8 (A) ～図 2 8 (C) は通常の搬送シミュレーション状態を説明するための図、図 2 9 (A) ～図 2 9 (C) は本実施形態におけるジャム発生時の搬送シミュレーション状態を説明するための図、図 3 0 は本実施形態におけるジャム発生シミュレーション手法を説明するための図である。

【0170】

ジャム等の異常が発生しない通常の搬送シミュレーションでは、柔軟媒体物 1 0 0 は、例えば図 2 8 (A) ～図 2 8 (C) に順に示すように、柔軟媒体物 1 0 0 は、ローラ 3 0 2, 3 0 1 の回転に伴って搬送されていく。

しかし、柔軟媒体物 1 0 0 の搬送機構では、柔軟媒体物 1 0 0 が搬送途中で何かに引っかかって止まってしまったり、ローラ 3 0 1, 3 0 2 が滑って正確に柔軟媒体物 1 0 0 を搬送できなかったりといった異常状態が多く発生し問題となっている。

【0171】

従って、このような異常状態をシミュレーションでも再現する必要がある。上記異常状態によって生じる現象は、搬送動作から見ると、柔軟媒体物 1 0 0 の動きが止まるか、減速することである。

そこで、例えば、柔軟媒体物 1 0 0 が、ローラ 3 0 2 により搬送され、図 2 9 (A) に示す位置から図 2 9 (B) に示す位置（ジャム位置）に達したら、図 2

9 (C) に示すごとく柔軟媒体物 1 0 0 の搬送動作を停止・減速させることにより、ローラ 3 0 2 が回転しても柔軟媒体物 1 0 0 が移動しないようにして、ローラ 3 0 2, 3 0 1 間の搬送経路上でジャムが発生したことをシミュレートする。

【0 1 7 2】

このような現象を実際に再現・シミュレートするために、本実施形態では、事前に設定される搬送経路上において、異常状態が発生する位置 P_j (図 3 0 参照) を、位置設定部 1 7 により前述した異常発生位置 (各種パラメータ 2 4 の一つ) として予め設定・保存しておく。

そして、図 3 0 に示すように、搬送シミュレーション中に柔軟媒体物 1 0 0 がその異常発生位置 P_j に達した場合、柔軟媒体物 1 0 0 の三次元搬送位置をその位置 P_j に固定・停止させることにより、もしくは、柔軟媒体物 1 0 0 の搬送速度が減速するように三次元搬送位置を算出することにより、その位置 P_j で柔軟媒体物 1 0 0 の搬送異常が生じたことをシミュレートする。

【0 1 7 3】

なお、異常発生位置 P_j は、搬送経路上において事前に設定しておいてもよいし、ランダムに生成されてもよい。また、搬送シミュレーション中に、オペレータ (ユーザ) が、マウス 4 1 等を用いて任意のタイミングで異常発生位置 P_j を指定し、柔軟媒体物 1 0 0 の移動停止/減速の指令を与え、位置・形状算出部 1 3 1 が、その指令を受けた場合に、柔軟媒体物 1 0 0 の動きを停止または減速するようにしてもよい。

【0 1 7 4】

〔2-10〕ローラに対する柔軟媒体物の移動量 (移動比率) の説明

ローラによって柔軟媒体物 1 0 0 を移動させる場合、ローラの回転速度と柔軟媒体物 1 0 0 の移動速度とを関連付ける必要がある。通常、ローラによる搬送に際しては、滑りが生じるため、柔軟媒体物 1 0 0 を、滑りの全く無い理想的な状態で搬送することはできない。

【0 1 7 5】

図 3 1 は、ローラ 3 0 1 に対する柔軟媒体物 1 0 0 の移動量 (移動比率 P) を説明するための図であり、この図 3 1 に示すように、ローラ 3 0 1 の回転量 R に

対して、柔軟媒体物（用紙）100がVだけ移動する場合、その比（移動比率） $P (= V / R)$ が求められる。例えばローラ301の半径を r 、回転量 R の単位がdegreeとすれば、 $P = 2 \pi r / 360$ となる。しかし、この移動比率 P は、ローラ301のゴムの状態や柔軟媒体物（用紙）100の状態などによって変化する。

【0176】

本実施形態では、上述のような移動比率 P を、移動比率設定部15により自由に設定できるようになっている。このように予め設定された移動比率 P を用い、シミュレーション時には、ローラの回転角（回転量 R ）の、移動比率 P 分を、柔軟媒体物100の移動量 V として使用することで、様々な状況における搬送動作をシミュレートすることができる。

【0177】

〔2-11〕 各種パラメータのランダム設定の説明

前述した、誤差量 e や、異常発生位置 P_j や、ローラ301と柔軟媒体物100との移動比率 P 等のパラメータは、実際には、ある幅をもった値（不確定なパラメータ）である。このようなパラメータ幅を再現すべく、本実施形態では、平均値と標準偏差 A とにより図32に示すような正規分布を設定し、その正規分布に従って、ランダムにパラメータが変更されるようにしている。なお、図32は本実施形態におけるパラメータのランダム設定時に用いられる統計分布例（正規分布）を示す図である。

【0178】

つまり、移動比率設定部15により移動比率 P を自動的に設定する際や、誤差量設定部16により誤差量 e を自動的に設定する際や、位置設定部17により異常発生位置 P_j を自動的に設定する際には、各設定部15～17により、各パラメータ（移動比率 P 、誤差量 e 、異常発生位置 P_j ）が、所定の統計分布（例えば図32に示すような正規分布）に従ってランダムに生成されて設定される。

なお、図32に示すような正規分布に代えて、最小／最大値を設定し、一様分布として前記所定の統計分布を設定し、このような一様分布に従ってパラメータをランダムに設定・変更するようにしてもよい。

【0179】

〔3〕本実施形態の効果の説明

このように、本発明の一実施形態としての柔軟媒体物搬送シミュレーション装置1によれば、以下のような効果ないし利点を得られる。

〔3-1〕位置・形状算出部131において、柔軟媒体物100, 200の搬送位置は、予め設定された三次元搬送経路に基づいて三次元的にシミュレートされるとともに、柔軟媒体物100, 200の形状は二次元的にシミュレートされる。そして、三次元像作成部132において、位置・形状算出部131により得られた三次元搬送位置または二次元形状に、柔軟媒体物100, 200のサイズ情報（幅方向長さW）22を加味することにより、柔軟媒体物100, 200の三次元像が簡易的に作成され、その三次元像がディスプレイ30に表示される。従って、簡易な手法で柔軟媒体物100, 200の搬送動作をリアルタイムで且つ三次元的〔例えば図25（A）～図25（C）参照〕に表示することが可能になり、ユーザは、柔軟媒体物100, 200の搬送の様子を、三次元的に視認し確実に把握することができる。

【0180】

〔3-2〕三次元搬送経路に沿った柔軟媒体物100, 200の搬送位置（幅方向の偏移を含む搬送位置）が表示されるので、柔軟媒体物100, 200の幅方向の移動を規制しうるガイド（図示せず）との干渉状況や、柔軟媒体物100, 200の幅方向位置を検出しうるセンサ（図示せず）の動作状況を容易に確認することが可能になるほか、柔軟媒体物100, 200の搬送時に、幅方向（奥行き方向）に柔軟媒体物100, 200がずれていく状況（横ずれ、スキューの状況）を再現しディスプレイ30上で表示することもできる。

【0181】

〔3-3〕ディスプレイ30上に表示された三次元像を参照しながらマウス（ポインティングデバイス）41により入力された移動量情報を、即座に柔軟搬送物100, 200の搬送動作のシミュレーションに反映させて、その移動量情報に応じた搬送動作をリアルタイムで且つ三次元的にディスプレイ30上に表示することができる。従って、例えば、搬送機構を有する装置の設計結果のレビュー

ーを行なうような場合には、その場でマウス 4 1 により搬送動作指示をしながら、柔軟搬送物 1 0 0, 2 0 0 の搬送動作を、リアルタイムで三次元アニメーション映像としてディスプレイ 3 0 上に表示し、レビュー対象者に確実に視認・把握させることができる。

【 0 1 8 2 】

〔 3 - 4 〕 マウス 4 1 を用いて搬送機構の構成部品像（例えばローラ像）を操作することによっても、柔軟媒体物 1 0 0, 2 0 0 の移動量情報をシミュレーション部 1 3 に入力することができるので、ある一つの構成部品（ローラ 3 0 1 あるいは 3 0 2）を指定し、その構成部品の動作に伴う柔軟媒体物 1 0 0, 2 0 0 の搬送動作をリアルタイムで且つ三次元的にディスプレイ 3 0 上に表示でき、その構成部品の動作状況を容易に確認することが可能になる。

【 0 1 8 3 】

〔 3 - 5 〕 制御プログラム実行部 6 0 からの制御量（移動量情報）を、即座に柔軟搬送物 1 0 0, 2 0 0 の搬送動作のシミュレーションに反映させ、その制御量に応じた搬送動作をリアルタイムで且つ三次元的にディスプレイ 3 0 上に表示することができる。従って、例えば、搬送機構を有する装置のための制御プログラムを開発する際には、その制御プログラムと連動した柔軟媒体物 1 0 0, 2 0 0 の搬送動作を、リアルタイムで三次元アニメーション映像としてディスプレイ 3 0 上に表示し、プログラム開発担当者に確実に視認・把握させることが可能になり、制御プログラム開発の効率化に大きく寄与することになる。

【 0 1 8 4 】

〔 3 - 6 〕 移動比率 P は、ローラ 3 0 1, 3 0 2 を成すゴム等の状態や柔軟媒体物 1 0 0, 2 0 0 の状態に応じて変化するものであるもので、移動比率設定部 1 5 を用いて移動比率 P を自由に設定することにより、様々な状況における搬送動作をシミュレートすることができる。このとき、移動比率 P を、図 3 2 に示したような所定の統計分布に従ってランダムに設定することで、ランダムに生じる状況変化を搬送動作のシミュレーションに反映させることができる。

【 0 1 8 5 】

〔 3 - 7 〕 シミュレーション部 1 3 において、シート状の柔軟媒体物 1 0 0

(201) を、複数の小さい部品モデル (短冊状部材 101) を相互に回転可能に連結した三次元モデルとして取り扱うことにより、柔軟媒体物 100 (201) の形状変化を、隣り合う短冊状部材 101 どうしの角度を変更するだけで三次元的にシミュレートすることができる。従って、柔軟媒体物 100, 201 の形状算出を大幅に簡易化することができるほか、柔軟媒体物 100, 201 の三次元像も極めて容易に作成することができる。

【0186】

〔3-8〕柔軟媒体物 100, 200 の三次元搬送経路や二次元形状を、円弧と直線とにより表現することで、柔軟媒体物 100, 200 の三次元搬送位置や二次元形状の算出を大幅に簡易化することができる。

【0187】

〔3-9〕マウス 41 や制御プログラム実行部 60 などにより、柔軟媒体物 100 に対する力の作用点の位置を固定した状態で移動量情報を入力した場合、位置・形状算出部 131 により、柔軟媒体物 100 に対する力の固定作用点の位置と、入力された移動量情報とに基づいて、柔軟媒体物 100 の二次元形状が算出される。これにより、柔軟媒体物 100 上のある位置 (固定作用点) を指定しその位置に対して力が作用した時の、柔軟媒体物 100 の二次元形状をシミュレートして、そのシミュレーション結果を三次元像としてディスプレイ 30 上に表示することができる。従って、ユーザは、上述のような力が柔軟媒体物 100 に作用した状況を、三次元的に視認し確実に把握することができる。

【0188】

〔3-10〕このとき、柔軟媒体物が、複数のページからなる帳面状媒体物 (通帳) 200 である場合、固定作用点の位置を、帳面状媒体物 200 の、外部に露出したページ 201 上に制限することにより、ページ 201 を一枚ずつめくる動作等をディスプレイ 30 上で容易に再現することができる。

【0189】

〔3-11〕マウス 41 や制御プログラム実行部 60 などにより、柔軟媒体物 100 に対する力の作用点の位置が変動するようにして移動量情報を入力した場合、位置・形状算出部 131 により、柔軟媒体物 100 における作用点の位置

を認識しながら、入力された移動量情報に基づいて、柔軟媒体物 1 0 0 の二次元形状が算出される。これにより、搬送機構の構成部品（ローラ 3 0 1, 3 0 2 等）が柔軟媒体物 1 0 0 に接触しながらこの柔軟媒体物 1 0 0 を駆動する場合の、柔軟媒体物 1 0 0 の二次元形状をシミュレートして、そのシミュレーション結果を三次元像としてディスプレイ 3 0 上に表示することができる。従って、ユーザは、搬送機構の構成部品により柔軟媒体物 1 0 0 が駆動される状況を、三次元的に視認し確実に把握することができる。

【0 1 9 0】

〔3-12〕このとき、柔軟媒体物が、複数のページからなる帳面状媒体物（通帳）2 0 0 である場合、各ページ 2 0 1 のページ番号を予め定義しておき、そのページ番号に基づいて作用点の存在するページ 2 0 1 を、その作用点の位置とともに認識することにより、搬送機構の構成部品（ローラ 3 0 1 等）によりページ 2 0 1 をめくる動作をディスプレイ 3 0 上で容易に再現することができる。

【0 1 9 1】

〔3-13〕位置・形状算出部 1 3 1 において、三次元搬送経路における所定区間の経路長 D に所定の誤差量 e を加算した値を用いて三次元搬送位置を算出することにより、その所定区間を搬送される柔軟媒体物 1 0 0 の振れがシミュレートされる。実際の搬送に際しては、柔軟媒体物 1 0 0 は理想的な搬送経路からぶれたり振動したりすることになるが、上述のような誤差量 e を加味することで、そのぶれや振動（振れ）を極めて容易にシミュレートすることができる。このとき、誤差量 e を、図 3 2 に示したような所定の統計分布に従ってランダムに設定することにより、ランダムに生じる振れを搬送動作のシミュレーションに反映させることができる。

【0 1 9 2】

〔3-14〕位置・形状算出部 1 3 1 において、柔軟媒体物 1 0 0 が所定位置 P_j に到達した時点で、三次元搬送位置をその所定位置 P_j に固定することにより、もしくは、柔軟媒体物 1 0 0 の搬送速度が減速するように三次元搬送位置を算出することにより、その所定位置 P_j で柔軟媒体物 1 0 0 の搬送異常が生じたことをシミュレートすることができる。即ち、柔軟媒体物 1 0 0 が何らかの要

因により詰まった状態（ジャム）や、ローラ 3 0 1, 3 0 2 の滑りによって柔軟媒体物 1 0 0 を搬送できない状態などの異常状態を極めて容易にシミュレートすることができる。このとき、その所定位置 P_j を、図 3 2 に示したような所定の統計分布に従ってランダムに設定することにより、ランダムに生じる異常状態を搬送動作のシミュレーションに反映させることができる。

【0 1 9 3】

〔3-15〕柔軟媒体物 1 0 0, 2 0 1 のサイズ情報 2 2 としてその厚さ t を予め設定し、シミュレーション部 1 3 において、その厚さ t を考慮して柔軟媒体物 1 0 0, 2 0 1 の搬送動作をシミュレートすることにより、厚さ t を有する柔軟媒体物 1 0 0, 2 0 1 のシミュレーションや、三次元像の表示が可能になり、例えば複写機のスタッカ等に、柔軟媒体物である用紙 1 0 0 が積載されて貯まっていける様子をディスプレイ 3 0 上で再現することができる。

【0 1 9 4】

〔4〕その他

なお、本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。

例えば、上述した実施形態では、ポインティングデバイスとしてマウス 4 1 を用いた場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、タッチペン等をポインティングデバイスとして用いてもよい。

【0 1 9 5】

また、上述した実施形態では、柔軟媒体物が用紙 1 0 0 である場合や帳面状媒体物が通帳 2 0 0 である場合について説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、柔軟媒体物が、例えば、紙幣、ハガキ、切符、カード、写真フィルムなど、柔軟性を有する各種シート状媒体である場合にも、上述した実施形態と同様に適用され、上述と同様の作用効果を得ることができる。

【0 1 9 6】

〔5〕付記

〔付記 1〕シート状の柔軟媒体物を搬送する搬送機構内での、該柔軟媒体物の搬送動作をシミュレートして三次元的に表示するための装置であって、

該柔軟媒体物のサイズ情報として、該柔軟媒体物の搬送方向についての搬送方向長さと、該柔軟媒体物の搬送面内において前記搬送方向と直交する幅方向についての幅方向長さとを予め設定する柔軟媒体物設定部と、

該搬送機構内における該柔軟媒体物の搬送経路を、前記幅方向への偏移を含む三次元搬送経路として予め設定する搬送経路設定部と、

該柔軟媒体物の移動量に係る移動量情報を入力する移動量情報入力部と、

該搬送機構を三次元機構モデルとして内部に構築され該搬送機構による該柔軟媒体物の搬送動作をシミュレートするシミュレーション部と、

該柔軟媒体物の搬送動作を表示する表示部と、

該シミュレーション部によるシミュレーション結果を、該柔軟媒体物の搬送動作として該表示部に表示させる表示制御部とをそなえ、

該シミュレーション部が、

該柔軟媒体物設定部により設定された前記サイズ情報と、該搬送経路設定部により設定された前記三次元搬送経路と、該移動量情報入力部により入力された前記移動量情報とに基づいて、前記三次元搬送経路に沿う該柔軟媒体物の三次元搬送位置を算出するとともに、該柔軟媒体物の形状を、前記幅方向と直交する面内における二次元形状として算出する位置・形状算出部と、

該位置・形状算出部により算出された前記三次元搬送位置または前記二次元形状と、該柔軟媒体物設定部により設定された前記サイズ情報とに基づいて、該柔軟媒体物の三次元像を作成し、該三次元像を前記シミュレーション結果として出力する三次元像作成部とをそなえて構成されていることを特徴とする、柔軟媒体物搬送シミュレーション装置。

【 0 1 9 7 】

〔付記 2〕 該移動量情報入力部が、ユーザによって操作されるポインティングデバイスとして構成され、

該ポインティングデバイスを用いて、該表示部上に表示された、該柔軟媒体物の三次元像を操作することにより、該三次元像の操作量が前記移動量情報として該シミュレーション部に入力されることを特徴とする、付記 1 記載の柔軟媒体物搬送シミュレーション装置。

【 0 1 9 8 】

〔付記 3〕該移動量情報入力部が、ユーザによって操作されるポインティングデバイスとして構成され、

該ポインティングデバイスを用いて、該表示部上に表示された、該柔軟媒体物に作用する該搬送機構の構成部品像を操作することにより、該構成部品像の操作量が前記移動量情報として該シミュレーション部に入力されることを特徴とする、付記 1 記載の柔軟媒体物搬送シミュレーション装置。

【 0 1 9 9 】

〔付記 4〕該移動量情報入力部が、該搬送機構の動作を制御する制御プログラムを実行し、該柔軟媒体物に作用する該搬送機構の構成部品の制御量を算出する制御プログラム実行部として構成され、

該制御プログラム実行部からの前記制御量が前記移動量情報として該シミュレーション部に入力されることを特徴とする、付記 1 記載の柔軟媒体物搬送シミュレーション装置。

【 0 2 0 0 】

〔付記 5〕該搬送機構が、該柔軟媒体物に接触して作用するローラを含んで構成されている場合、該ローラの回転量に対する該柔軟媒体物の移動量である移動比率を設定する移動比率設定部をさらにそなえ、

該シミュレーション部が、該移動比率設定部により設定された前記移動比率に基づいて該柔軟媒体物の搬送動作をシミュレートすることを特徴とする、付記 3 または付記 4 に記載の柔軟媒体物搬送シミュレーション装置。

【 0 2 0 1 】

〔付記 6〕該移動比率設定部が、前記移動比率を所定の統計分布に従ってランダムに設定することを特徴とする、付記 5 記載の柔軟媒体物搬送シミュレーション装置。

〔付記 7〕該シミュレーション部が、該柔軟媒体物を、複数の短冊状部材から構成され、且つ、該複数の短冊状部材の相互を前記幅方向に平行な軸周りに回転可能に連結して構成される三次元モデルとして取り扱うことを特徴とする、付記 1 ～付記 6 のいずれか一つに記載の柔軟媒体物搬送シミュレーション装置。

【 0 2 0 2 】

〔付記 8〕該搬送経路設定部が、前記三次元搬送経路を、円弧と直線とにより設定することを特徴とする、付記 1 ～付記 7 のいずれか一つに記載の柔軟媒体物搬送シミュレーション装置。

〔付記 9〕該位置・形状算出部が、前記二次元形状を、円弧と直線とを用いて近似的に算出することを特徴とする、付記 1 ～付記 8 のいずれか一つに記載の柔軟媒体物搬送シミュレーション装置。

【 0 2 0 3 】

〔付記 1 0〕該移動量情報入力部が、該柔軟媒体物に対する力の作用点の位置を固定した状態で前記移動量情報を入力し、

該位置・形状算出部が、該柔軟媒体物に対する前記力の固定作用点の位置と、前記移動量情報とに基づいて、前記二次元形状を算出することを特徴とする、付記 1 ～付記 9 のいずれか一つに記載の柔軟媒体物搬送シミュレーション装置。

〔付記 1 1〕該柔軟媒体物が、複数のページからなる帳面状媒体物である場合、該固定作用点の位置を、該帳面状媒体物の、外部に露出したページ上に制限することを特徴とする、付記 1 0 記載の柔軟媒体物搬送シミュレーション装置。

【 0 2 0 4 】

〔付記 1 2〕該移動量情報入力部が、該柔軟媒体物に対する力の作用点の位置が変動するようにして前記移動量情報を入力し、

該位置・形状算出部が、該柔軟媒体物における該作用点の位置を認識しながら、前記移動量情報に基づいて、前記二次元形状を算出することを特徴とする、付記 1 ～付記 9 のいずれか一つに記載の柔軟媒体物搬送シミュレーション装置。

【 0 2 0 5 】

〔付記 1 3〕該柔軟媒体物が、複数のページからなる帳面状媒体物である場合、各ページのページ番号を予め定義しておき、該ページ番号に基づいて該作用点の存在するページを、該作用点の位置とともに認識することを特徴とする、付記 1 1 記載の柔軟媒体物搬送シミュレーション装置。

【 0 2 0 6 】

〔付記 1 4〕該位置・形状算出部が、該搬送経路設定部により設定された前

記三次元搬送経路における所定区間の経路長に、所定の誤差量を加算した値を用いて、前記三次元搬送位置を算出することにより、前記所定区間を搬送される該柔軟媒体物の振れをシミュレートすることを特徴とする、付記 1 ～付記 1 3 のいずれか一つに記載の柔軟媒体物搬送シミュレーション装置。

【 0 2 0 7 】

〔付記 1 5〕 前記所定の誤差量を所定の統計分布に従ってランダムに設定する誤差量設定部をさらにそなえたことを特徴とする、付記 1 4 記載の柔軟媒体物搬送シミュレーション装置。

〔付記 1 6〕 該位置・形状算出部が、該柔軟媒体物が所定位置に到達した時点で、前記三次元搬送位置を前記所定位置に固定することにより、もしくは、該柔軟媒体物の搬送速度が減速するように前記三次元搬送位置を算出することにより、前記所定位置で該柔軟媒体物の搬送異常が生じたことをシミュレートすることを特徴とする、付記 1 ～付記 1 5 のいずれか一つに記載の柔軟媒体物搬送シミュレーション装置。

【 0 2 0 8 】

〔付記 1 7〕 前記所定位置を所定の統計分布に従ってランダムに設定する位置設定部をさらにそなえたことを特徴とする、付記 1 6 記載の柔軟媒体物搬送シミュレーション装置。

〔付記 1 8〕 該柔軟媒体物設定部が、該柔軟媒体物のサイズ情報として、さらに、該柔軟媒体物の厚さを予め設定するとともに、

該シミュレーション部が、該柔軟媒体物設定部により設定された前記厚さを考慮して、該柔軟媒体物の搬送動作をシミュレートすることを特徴とする、付記 1 ～付記 1 7 のいずれか一つに記載の柔軟媒体物搬送シミュレーション装置。

【 0 2 0 9 】

〔付記 1 9〕 シート状の柔軟媒体物を搬送する搬送機構内での、該柔軟媒体物の搬送動作をシミュレートして三次元的に表示する方法であって、

該柔軟媒体物のサイズ情報として、該柔軟媒体物の搬送方向についての搬送方向長さと、該柔軟媒体物の搬送面内において前記搬送方向と直交する幅方向についての幅方向長さとを予め設定する柔軟媒体物設定ステップと、

該搬送機構内における該柔軟媒体物の搬送経路を、前記幅方向への偏移を含む三次元搬送経路として予め設定する搬送経路設定ステップと、

該柔軟媒体物の移動量に係る移動量情報を入力する移動量情報入力ステップと

、
該搬送機構を三次元機構モデルとして内部に構築され該搬送機構による該柔軟媒体物の搬送動作をシミュレートするシミュレーションステップと、

該シミュレーションステップでのシミュレーション結果である、該柔軟媒体物の搬送動作を表示部において表示する表示ステップとを有し、

該シミュレーションステップが、

該柔軟媒体物設定ステップで設定された前記サイズ情報と、該搬送経路設定ステップで設定された前記三次元搬送経路と、該移動量情報入力ステップで入力された前記移動量情報とに基づいて、前記三次元搬送経路に沿う該柔軟媒体物の三次元搬送位置を算出するとともに、該柔軟媒体物の形状を、前記幅方向と直交する面内における二次元形状として算出する位置・形状算出ステップと、

該位置・形状算出ステップで算出された前記三次元搬送位置または前記二次元形状と、該柔軟媒体物設定ステップで設定された前記サイズ情報とに基づいて、該柔軟媒体物の三次元像を作成し、該三次元像を前記シミュレーション結果として出力する三次元像作成ステップとを有していることを特徴とする、柔軟媒体物搬送シミュレーション方法。

【 0 2 1 0 】

〔付記 2 0〕シート状の柔軟媒体物を搬送する搬送機構内での、該柔軟媒体物の搬送動作をシミュレートして三次元的に表示するための機能をコンピュータに実現させるための柔軟媒体物搬送シミュレーションプログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体であって、

該柔軟媒体物搬送シミュレーションプログラムが、

該搬送機構内における該柔軟媒体物の搬送経路を、前記幅方向への偏移を含む三次元搬送経路として予め設定する搬送経路設定部、

既定位置からの該柔軟媒体物の移動量に係る移動量情報を入力する移動量情報入力部、

該搬送機構を三次元機構モデルとして内部に構築され該搬送機構による該柔軟媒体物の搬送動作をシミュレートするシミュレーション部、および、

該シミュレーション部によるシミュレーション結果を、該柔軟媒体物の搬送動作として表示部に表示させる表示制御部として、該コンピュータを機能させるとともに、

該シミュレーション部として該コンピュータを機能させる際に、

予め設定された、該柔軟媒体物の搬送方向についての搬送方向長さ、および、該柔軟媒体物の搬送面内において前記搬送方向と直交する幅方向についての幅方向長さとを含むサイズ情報と、予め該搬送機構内における該柔軟媒体物の搬送経路として設定された、前記幅方向への偏移を含む三次元搬送経路と、移動量情報入力部により入力された、該柔軟媒体物の移動量に係る移動量情報とに基づいて、前記三次元搬送経路に沿う該柔軟媒体物の三次元搬送位置を算出するとともに、該柔軟媒体物の形状を、前記幅方向と直交する面内における二次元形状として算出する位置・形状算出部、および、

該位置・形状算出部により算出された前記三次元搬送位置または前記二次元形状と、前記サイズ情報とに基づいて、該柔軟媒体物の三次元像を作成し、該三次元像を前記シミュレーション結果として出力する三次元像作成部として、該コンピュータを機能させることを特徴とする、柔軟媒体物搬送シミュレーションプログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体。

【 0 2 1 1 】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明の柔軟媒体物搬送シミュレーション装置によれば、以下のような効果ないし利点が得られる。

〔 1 〕 柔軟媒体物の搬送位置は、予め設定された三次元搬送経路に基づいて三次元的にシミュレートされる一方、柔軟媒体物の形状は二次元的にシミュレートされ、得られた三次元搬送位置または二次元形状に、柔軟媒体物のサイズ情報（幅方向長さ）を加味することにより、柔軟媒体物の三次元像が簡易的に作成され、その三次元像が表示部に表示される。従って、簡易な手法で柔軟媒体物の搬送動作をリアルタイムで且つ三次元的に表示することが可能になり、柔軟媒体物の

搬送の様子を、三次元的に視認し確実に把握することができる（請求項 1）。

【 0 2 1 2 】

〔 2 〕 三次元搬送経路に沿った柔軟媒体物の搬送位置が表示されるので、柔軟媒体物の幅方向の移動を規制しうるガイドとの干渉状況や、柔軟媒体物の幅方向位置を検出しうるセンサの動作状況を容易に確認することが可能になるほか、柔軟媒体物の搬送時に、幅方向（奥行き方向）に柔軟媒体物がずれていく状況（横ずれ、スキューの状況）を再現し表示することもできる（請求項 1）。

【 0 2 1 3 】

〔 3 〕 表示部上に表示された像を参照しながらポインティングデバイスにより入力された移動量情報が、即座に柔軟搬送物の搬送動作のシミュレーションに反映され、その移動量情報に応じた搬送動作がリアルタイムで且つ三次元的に表示されるので、例えば、搬送機構を有する装置の設計結果のレビューを行なうような場合には、その場でポインティングデバイスにより搬送動作指示をしながら、柔軟搬送物の搬送動作を、リアルタイムで三次元アニメーション映像として表示し、レビュー対象者に確実に視認・把握させることができる（請求項 2， 3）。

【 0 2 1 4 】

〔 4 〕 ポインティングデバイスを用いて搬送機構の構成部品像（例えばローラ像）を操作することによっても、柔軟媒体物の移動量情報をシミュレーション部に入力することができるので、ある一つの構成部品を特定し、その構成部品の動作に伴う柔軟媒体物の搬送動作をリアルタイムで且つ三次元的に表示でき、その構成部品の動作状況を容易に確認することが可能になる（請求項 3）。

【 0 2 1 5 】

〔 5 〕 制御プログラム実行部からの制御量（移動量情報）が、即座に柔軟搬送物の搬送動作のシミュレーションに反映され、制御量に応じた搬送動作がリアルタイムで且つ三次元的に表示されるので、例えば、制御プログラムを開発する際には、その制御プログラムと連動した柔軟媒体物の搬送動作を、リアルタイムで三次元アニメーション映像として表示し、プログラム開発担当者に確実に視認・把握させることが可能になり、制御プログラム開発の効率化に大きく寄与することになる（請求項 4）。

【 0 2 1 6 】

〔 6 〕 移動比率（柔軟媒体物に接触して作用するローラの回転量に対する柔軟媒体物の移動量）は、ローラを成すゴム等の状態や柔軟媒体物の状態に応じて変化するものであるので、移動比率を自由に設定することにより、様々な状況における搬送動作をシミュレートすることができる。このとき、移動比率を所定の統計分布に従ってランダムに設定することもでき、この場合、ランダムに生じる状況変化を搬送動作のシミュレーションに反映させることができる。

【 0 2 1 7 】

〔 7 〕 シート状の柔軟媒体物を、複数の短冊状部材を相互に回転可能に連結した三次元モデルとして取り扱うことにより、柔軟媒体物の形状変化を、隣り合う短冊状部材どうしの角度を変更するだけで三次元的にシミュレートすることができるので、柔軟媒体物の形状算出を大幅に簡易化することができるほか、柔軟媒体物の三次元像も極めて容易に作成することができる（請求項 5）。

【 0 2 1 8 】

〔 8 〕 柔軟媒体物の三次元搬送経路や二次元形状を、円弧と直線とにより表現することで、柔軟媒体物の三次元搬送位置や二次元形状の算出を大幅に簡易化することができる。

【 0 2 1 9 】

〔 9 〕 移動量情報入力部により、柔軟媒体物に対する力の作用点の位置を固定した状態で移動量情報を入力した場合、位置・形状算出部により、柔軟媒体物に対する力の固定作用点の位置と、入力された移動量情報とに基づいて、柔軟媒体物の二次元形状が算出される。これにより、柔軟媒体物上のある位置（固定作用点）を指定しその位置に対して力が作用した時の、柔軟媒体物の二次元形状をシミュレートして、そのシミュレーション結果を三次元像として表示部に表示することができる。従って、上述のような力が柔軟媒体物に作用した状況を、三次元的に視認し確実に把握することができる。

【 0 2 2 0 】

〔 1 0 〕 このとき、柔軟媒体物が、複数のページからなる帳面状媒体物（通帳等）である場合、固定作用点の位置を、帳面状媒体物の、外部に露出したページ

上に制限することにより、ページを一枚ずつめくる動作を表示部上で容易に再現することができる。

【0221】

〔11〕移動量情報入力部により、柔軟媒体物に対する力の作用点の位置が変動するようにして移動量情報を入力した場合、位置・形状算出部により、柔軟媒体物における作用点の位置を認識しながら、入力された移動量情報に基づいて、柔軟媒体物の二次元形状が算出される。これにより、搬送機構の構成部品（ローラ等）が柔軟媒体物に接触しながらこの柔軟媒体物を駆動する場合の、柔軟媒体物の二次元形状をシミュレートして、そのシミュレーション結果を三次元像として表示部に表示することができる。従って、搬送機構の構成部品により柔軟媒体物が駆動される状況を、三次元的に視認し確実に把握することができる。

【0222】

〔12〕このとき、柔軟媒体物が、複数のページからなる帳面状媒体物（通帳等）である場合、各ページのページ番号を予め定義しておき、そのページ番号に基づいて作用点の存在するページを、その作用点の位置とともに認識することにより、搬送機構の構成部品によりページをめくる動作を表示部上で容易に再現することができる。

【0223】

〔13〕位置・形状算出部において、三次元搬送経路における所定区間の経路長に所定の誤差量を加算した値を用いて三次元搬送位置を算出することにより、前記所定区間を搬送される柔軟媒体物の振れがシミュレートされる。実際の搬送に際しては、柔軟媒体物は理想的な搬送経路からぶれたり振動したりすることになるが、上述のような誤差量を加味することで、そのぶれや振動（振れ）を極めて容易にシミュレートすることができる。このとき、誤差量を所定の統計分布に従ってランダムに設定することにより、ランダムに生じる振れを搬送動作のシミュレーションに反映させることができる。

【0224】

〔14〕位置・形状算出部において、柔軟媒体物が所定位置に到達した時点で、三次元搬送位置をその所定位置に固定することにより、もしくは、柔軟媒体物

の搬送速度が減速するように三次元搬送位置を算出することにより、その所定位置で柔軟媒体物の搬送異常が生じたことをシミュレートすることができる。即ち、柔軟媒体物が何らかの要因により詰まった状態（ジャム）や、ローラの滑りによって柔軟媒体物を搬送できない状態などの異常状態を極めて容易にシミュレートすることができる。このとき、その所定位置を所定の統計分布に従ってランダムに設定することにより、ランダムに生じる異常状態を搬送動作のシミュレーションに反映させることができる。

【0225】

〔15〕柔軟媒体物のサイズ情報として柔軟媒体物の厚さを予め設定し、シミュレーション部において、その厚さを考慮して柔軟媒体物の搬送動作をシミュレートすることにより、厚さを有する柔軟媒体物のシミュレーションや、三次元像の表示が可能になり、例えば複写機のスタッカ等に、柔軟媒体物である用紙が積載されて貯まっていく様子を表示部上で再現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施形態としての柔軟媒体物搬送シミュレーション装置の機能構成を示すブロック図である。

【図2】

本発明の一実施形態としての柔軟媒体物搬送シミュレーション装置を実現するためのコンピュータシステムのハードウェア構成を示すブロック図である。

【図3】

本実施形態の柔軟媒体物搬送シミュレーション装置によるシミュレーション処理の流れ全体を説明するためのフローチャートである。

【図4】

本実施形態の柔軟媒体物搬送シミュレーション装置における、柔軟媒体物全体の移動シミュレーション処理を説明するためのフローチャートである。

【図5】

本実施形態の柔軟媒体物搬送シミュレーション装置における、柔軟媒体物の固定作用点による移動シミュレーション処理を説明するためのフローチャートであ

る。

【図 6】

本実施形態の柔軟媒体物搬送シミュレーション装置における、柔軟媒体物の不定作用点による移動シミュレーション処理を説明するためのフローチャートである。

【図 7】

本実施形態の柔軟媒体物搬送シミュレーション装置における、帳面状媒体物に対するページめくりシミュレーション処理の流れ全体を説明するためのフローチャートである。

【図 8】

本実施形態の柔軟媒体物搬送シミュレーション装置における、帳面状媒体物に対するページめくりシミュレーション処理の詳細を説明するためのフローチャートである。

【図 9】

本実施形態の柔軟媒体物搬送シミュレーション装置における、帳面状媒体物に対するページめくりシミュレーション処理の詳細を説明するためのフローチャートである。

【図 1 0】

本実施形態の柔軟媒体物搬送シミュレーション装置における、帳面状媒体物に対するページめくりシミュレーション処理の詳細を説明するためのフローチャートである。

【図 1 1】

本実施形態において設定される搬送経路の例を示す図である。

【図 1 2】

(A) , (B) は制約条件が無い場合の柔軟媒体物の変形状態を説明するための図である。

【図 1 3】

(A) , (B) は制約条件が有る場合の柔軟媒体物の変形状態を説明するための図である。

【図 1 4】

本実施形態における、制約条件が無い場合の柔軟媒体物の形状近似手法を説明するための図である。

【図 1 5】

本実施形態における、制約条件が有る場合の柔軟媒体物の形状近似手法を説明するための図である。

【図 1 6】

(A), (B) は柔軟媒体物とローラとの位置関係が変化するタイミング（柔軟媒体物がローラから抜ける場合）を説明するための図である。

【図 1 7】

(A), (B) は柔軟媒体物とローラとの位置関係が変化するタイミング（柔軟媒体物がローラと接触する場合）を説明するための図である。

【図 1 8】

(A), (B) は柔軟媒体物とローラとの位置関係が変化するタイミング（ローラ間における柔軟媒体物の膨らみが消える場合）を説明するための図である。

【図 1 9】

(A), (B) は、2つのローラの手速度差によって、搬送中の柔軟媒体物に膨らみが生じる状況を説明するための図である。

【図 2 0】

(A) ~ (C) は本実施形態における柔軟媒体物のモデルを説明するための模式的な斜視図である。

【図 2 1】

(A), (B) は本実施形態における帳面状媒体物の各ページに関する変数の定義を説明するための図である。

【図 2 2】

(A), (B) は本実施形態における帳面状媒体物のページめくりシミュレーション処理を説明するための図である。

【図 2 3】

(A), (B) は本実施形態における帳面状媒体物のページめくりシミュレー

ション処理を説明するための図である。

【図 2 4】

(A) , (B) は本実施形態における帳面状媒体物のページめくりシミュレーション処理を説明するための図である。

【図 2 5】

(A) ~ (C) は本実施形態におけるシミュレーション結果の表示例を示す図である。

【図 2 6】

(A) , (B) は柔軟媒体物が理想的な搬送経路に沿って搬送される状態を示す図である。

【図 2 7】

(A) , (B) は柔軟媒体物が理想的な搬送経路に対して振れながら搬送される状態を示す図である。

【図 2 8】

(A) ~ (C) は通常の搬送シミュレーション状態を説明するための図である。

【図 2 9】

(A) ~ (C) は本実施形態におけるジャム発生時の搬送シミュレーション状態を説明するための図である。

【図 3 0】

本実施形態におけるジャム発生シミュレーション手法を説明するための図である。

【図 3 1】

ローラに対する柔軟媒体物の移動量（移動比率）を説明するための図である。

【図 3 2】

本実施形態におけるパラメータのランダム設定時に用いられる統計分布例を示す図である。

【符号の説明】

- 1 柔軟媒体物搬送シミュレーション装置（コンピュータシステム）

- 1 0 C P U
- 1 1 柔軟媒体物設定部
- 1 2 搬送経路設定部
- 1 3 シミュレーション部
- 1 3 1 位置・形状算出部
- 1 3 2 三次元像作成部
- 1 4 表示制御部
- 1 5 移動比率設定部
- 1 6 誤差量設定部
- 1 7 位置設定部
- 2 0 メモリ
- 2 1 柔軟媒体物搬送シミュレーションプログラム（アプリケーションプログラム）
- 2 2 サイズ情報
- 2 3 三次元搬送経路情報
- 2 4 各種パラメータ情報
- 2 5 三次元搬送位置情報
- 2 6 二次元形状情報
- 3 0 ディスプレイ（表示部）
- 4 0 キーボード（移動量情報入力部）
- 4 1 マウス（移動量情報入力部，ポインティングデバイス）
- 5 0 バス
- 5 1, 5 2 入出力インタフェース
- 6 0 制御プログラム実行部（移動量情報入力部）
- 7 0 外部記憶装置
- 1 0 0 用紙（柔軟媒体物）
- 1 0 1 短冊状部材
- 1 0 2 回転軸
- 2 0 0 通帳（帳面状媒体物，柔軟媒体物）

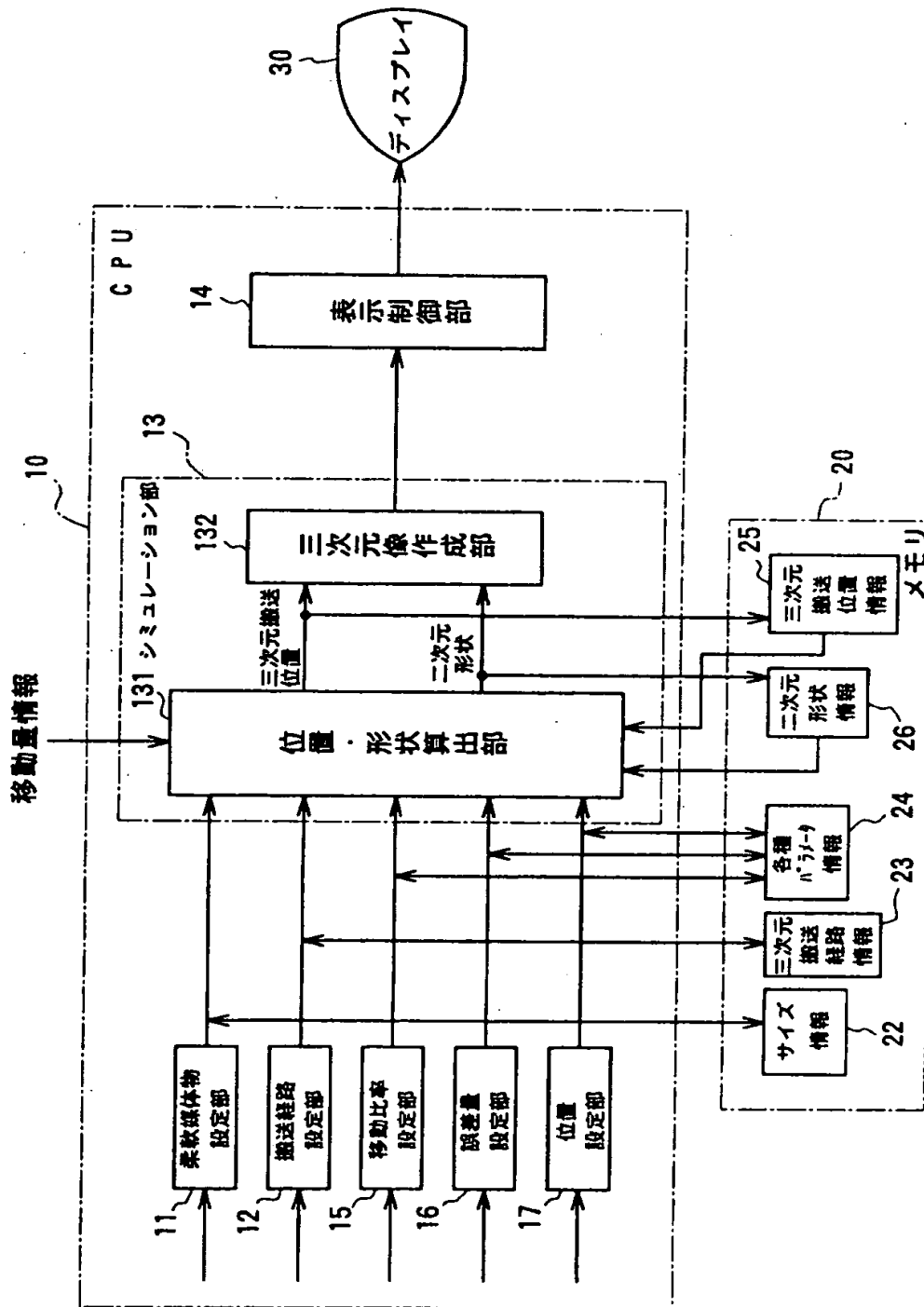
2 0 1 ページ（柔軟媒体物）

3 0 0 搬送経路

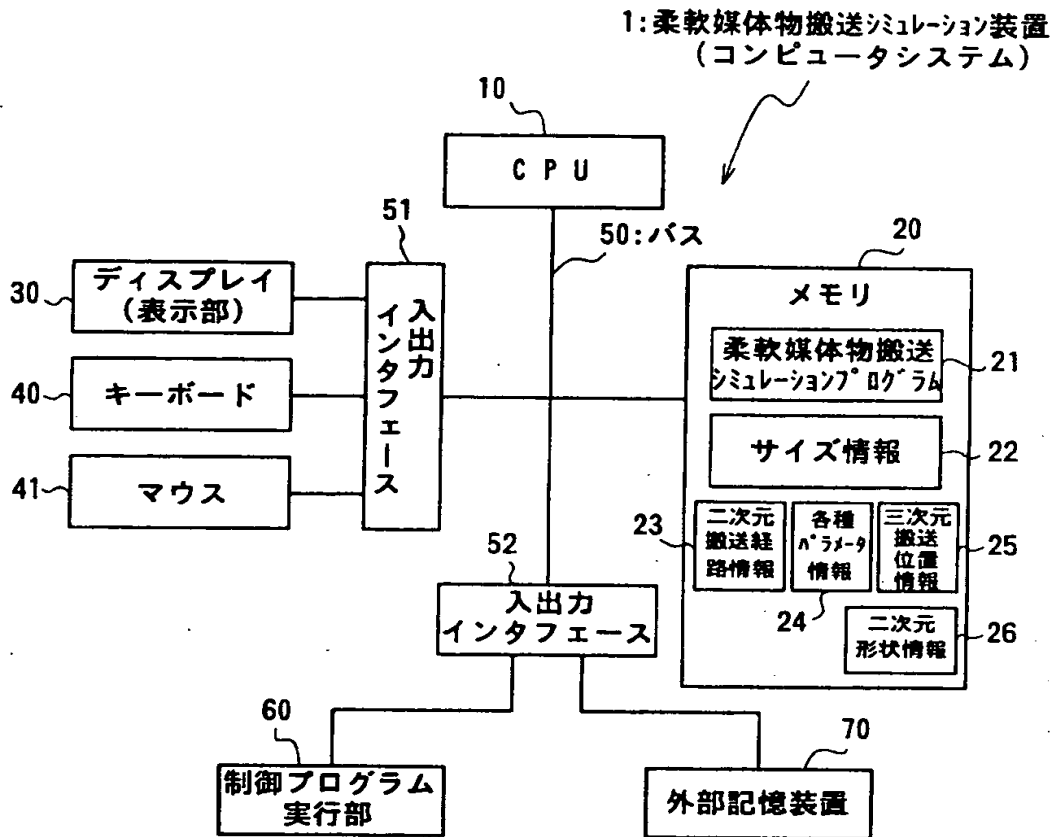
3 0 1, 3 0 2 ローラ（搬送機構の構成部品）

【書類名】 図面

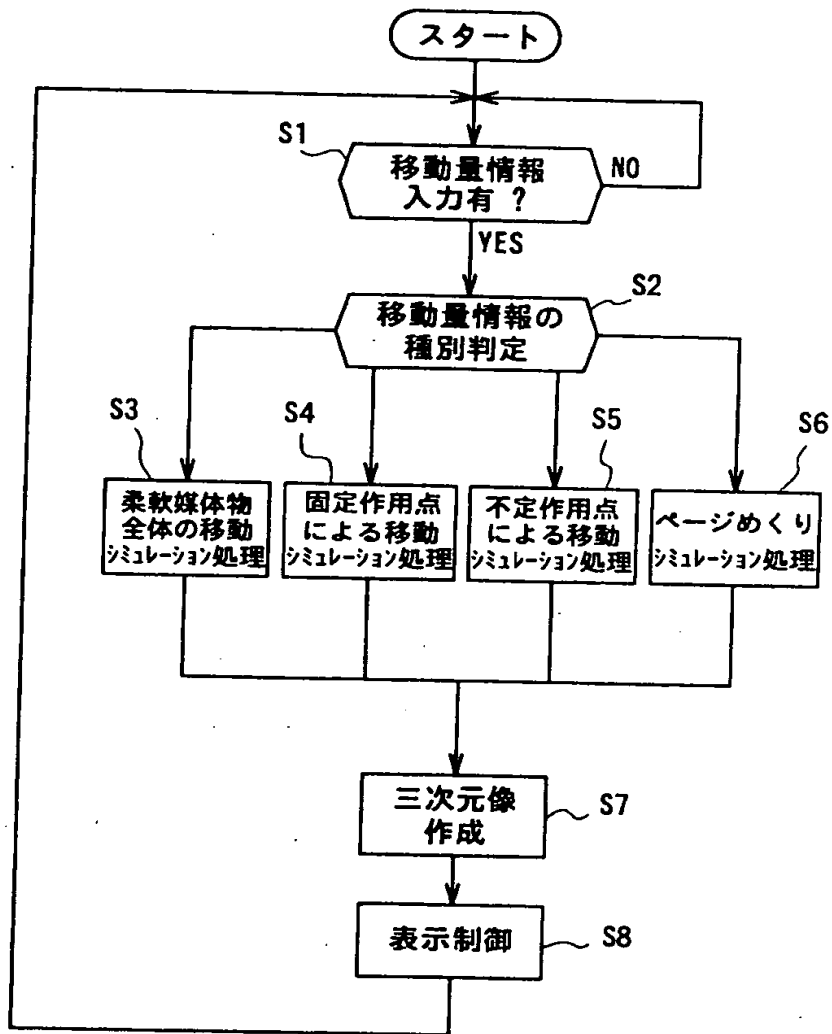
【図 1】



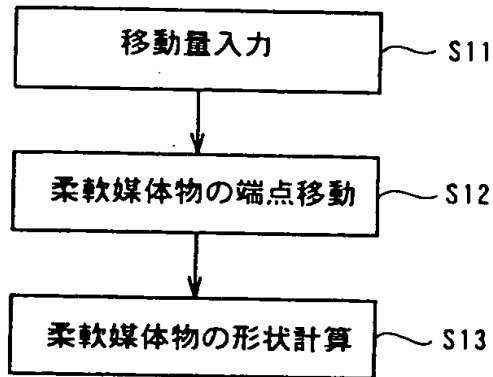
【図 2】



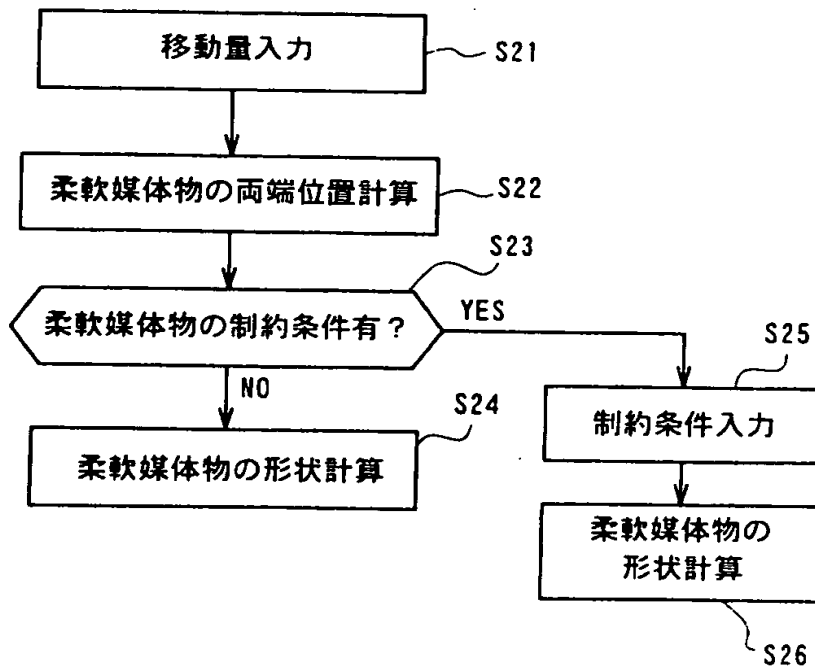
【図3】



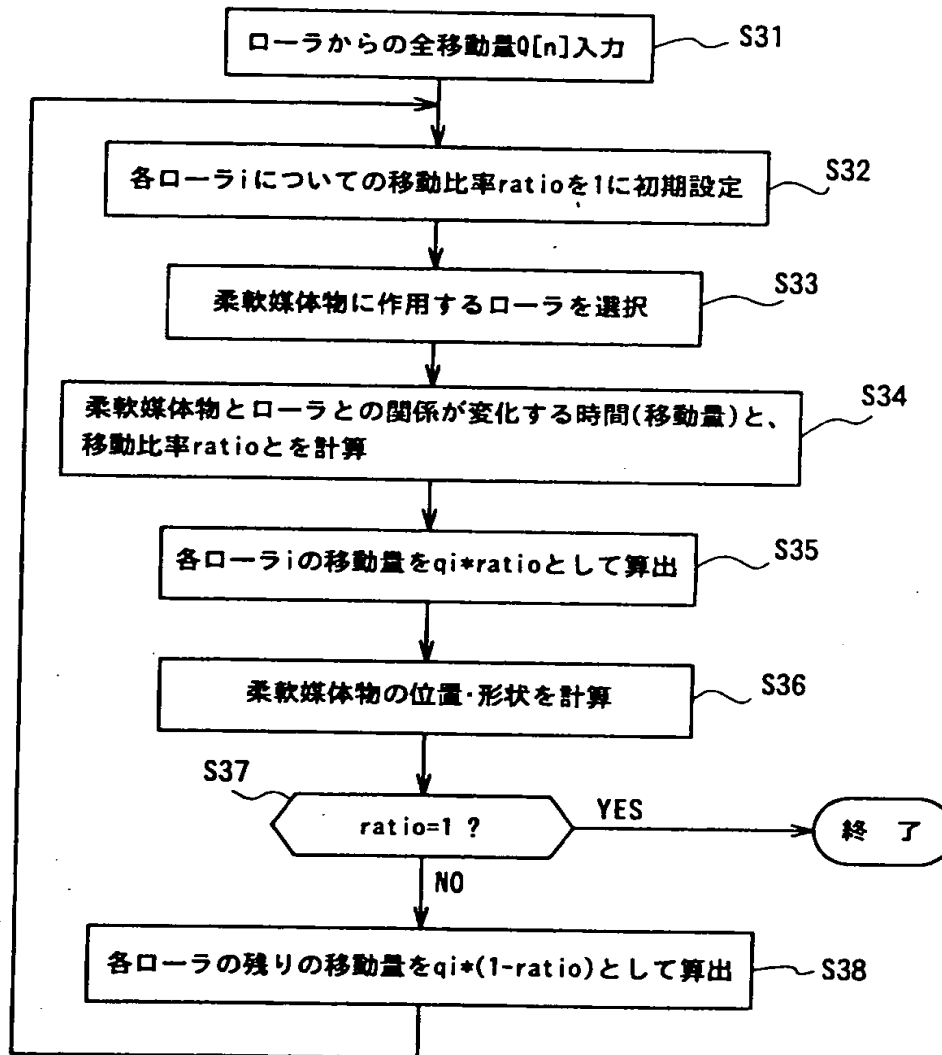
【図 4】



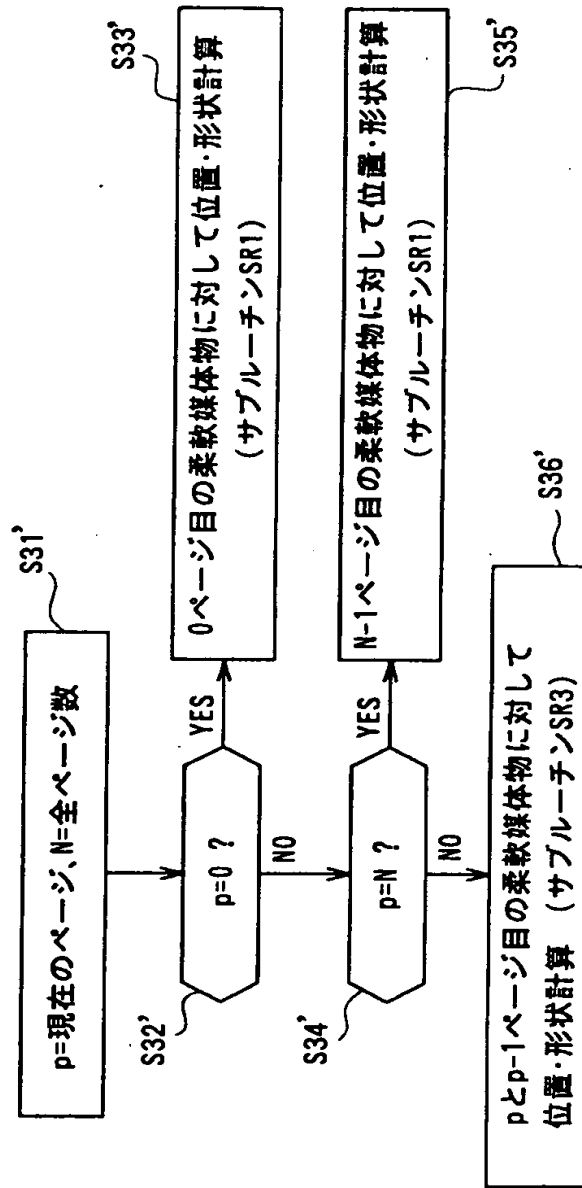
【図 5】



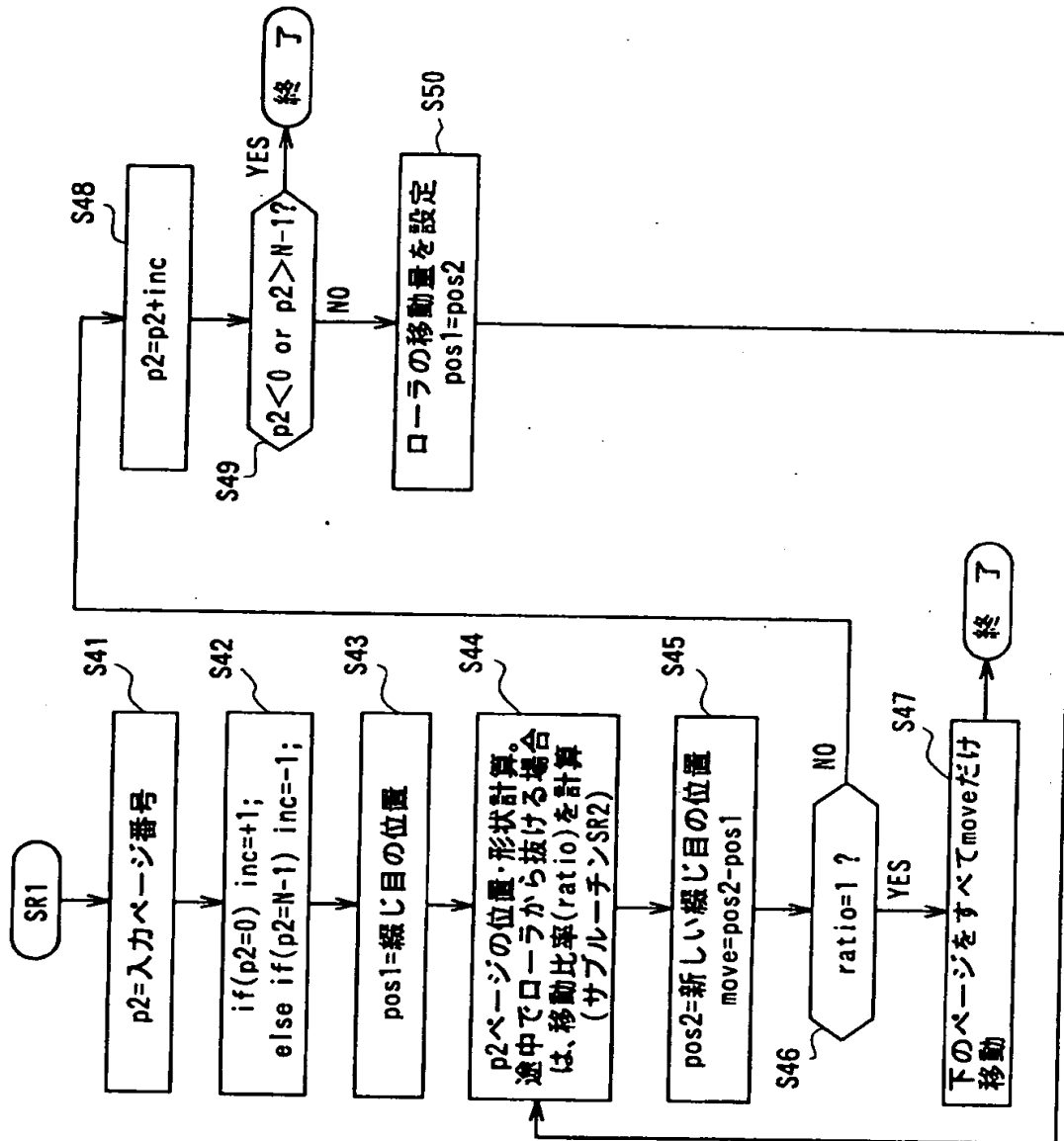
【図 6】



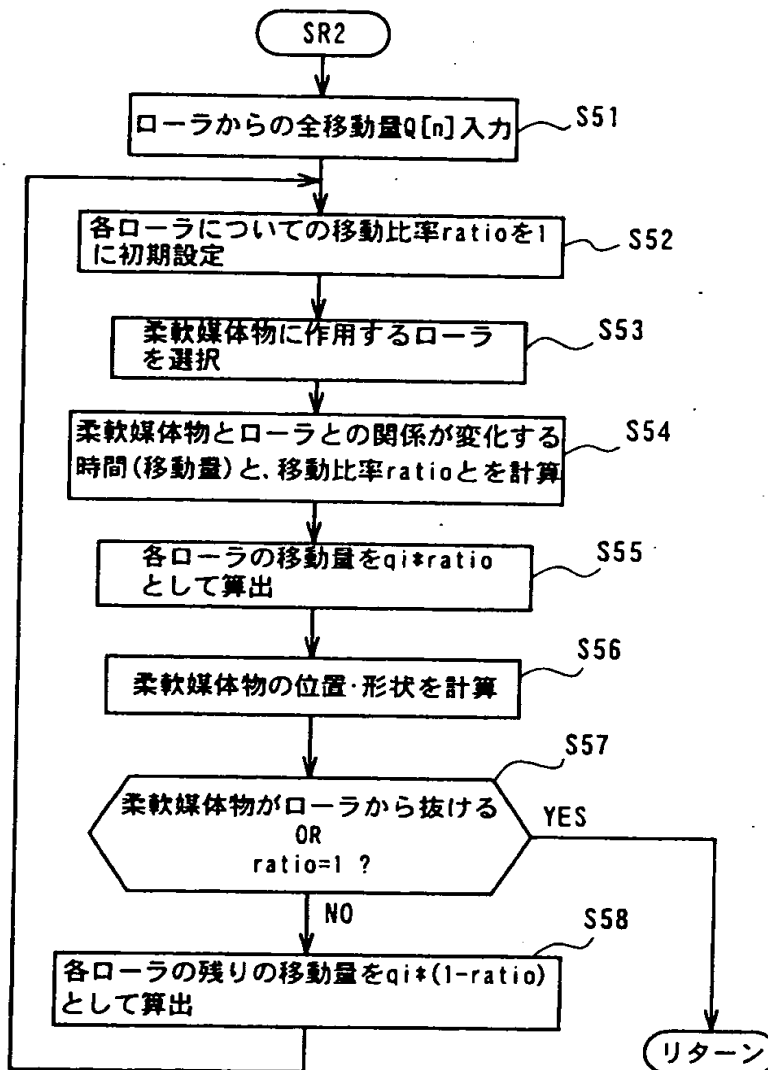
【図 7】



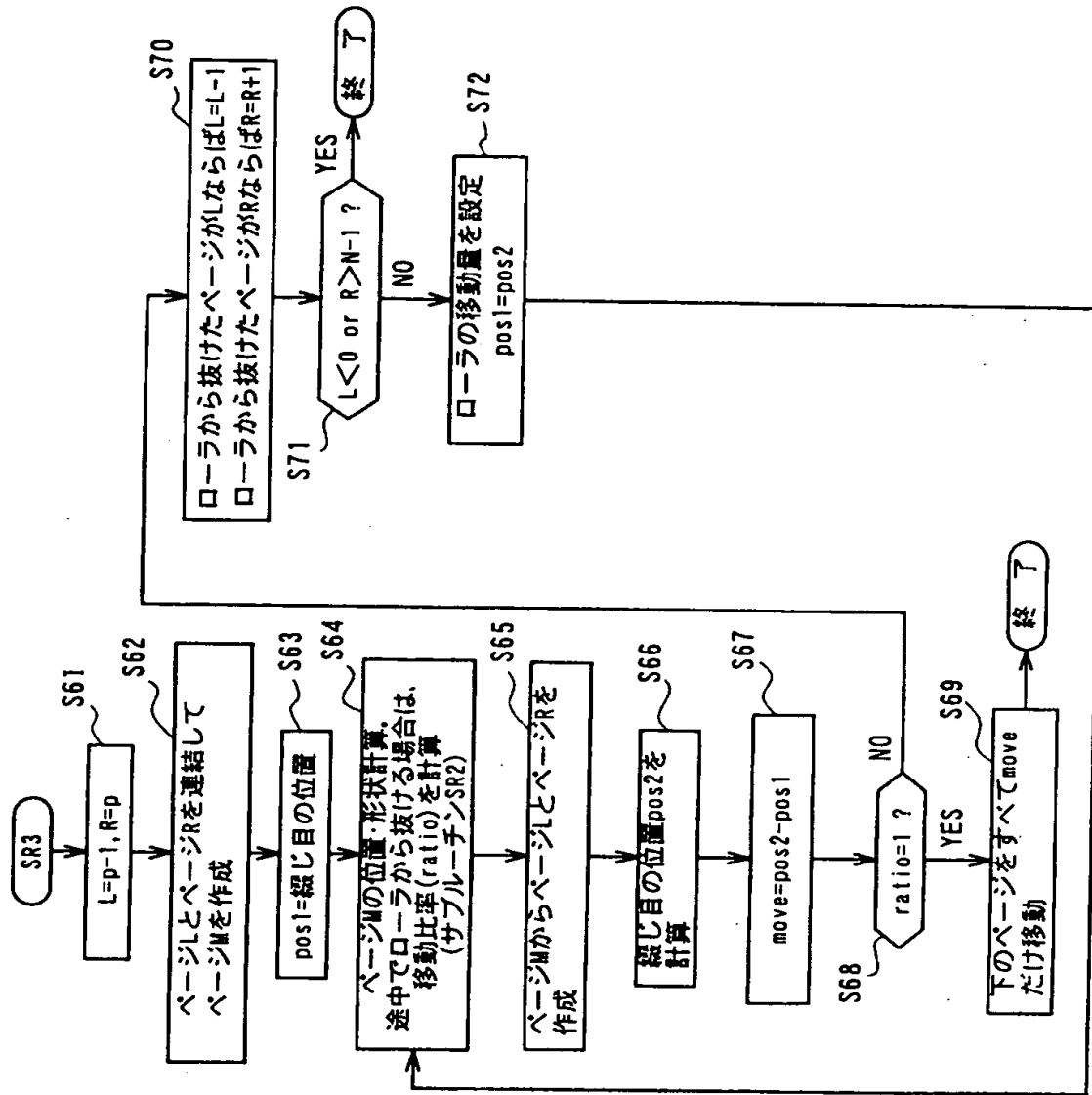
【図 8】



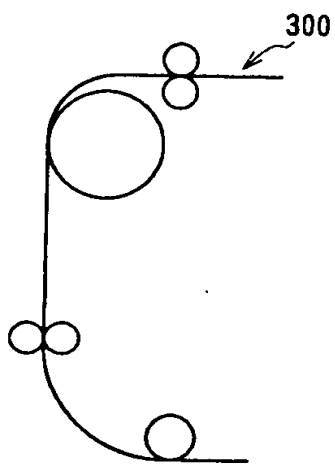
【図9】



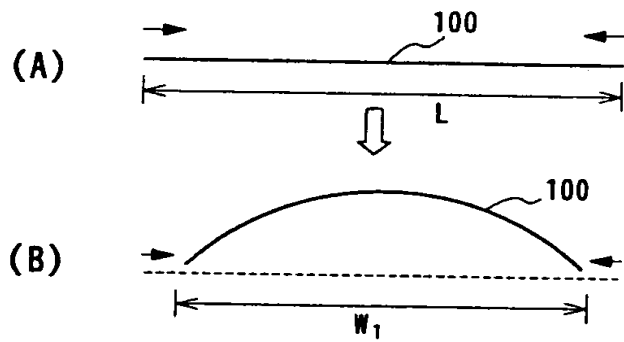
【図 10】



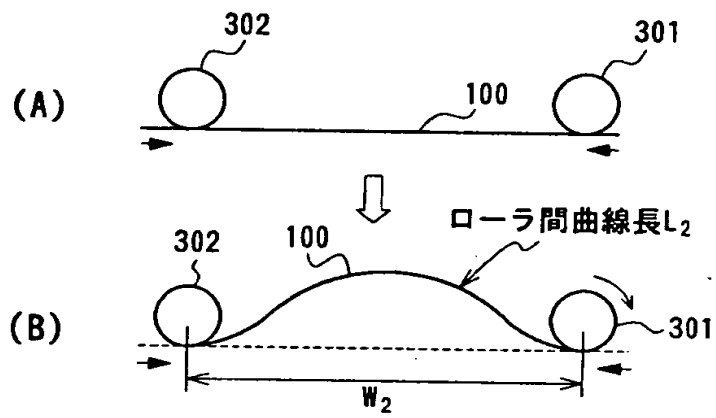
【図 1 1】



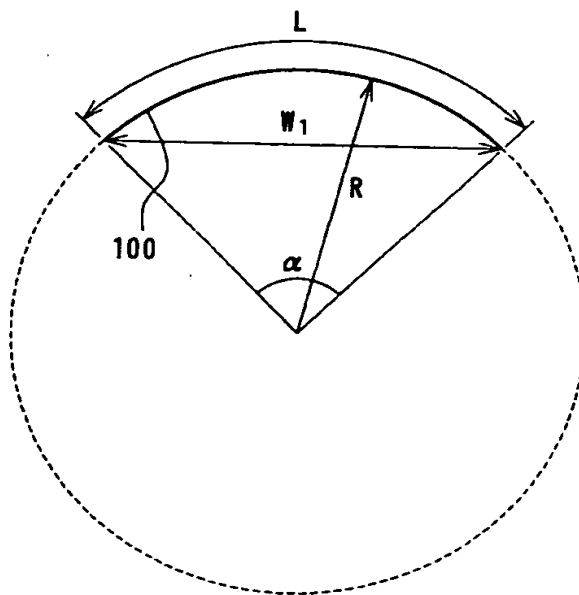
【図 1 2】



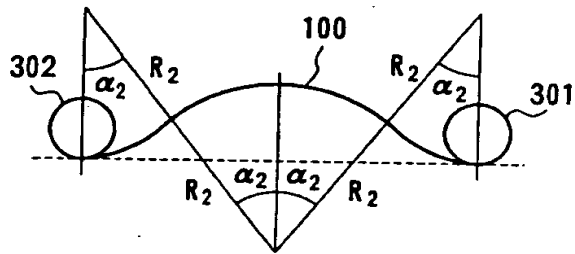
【図 1 3】



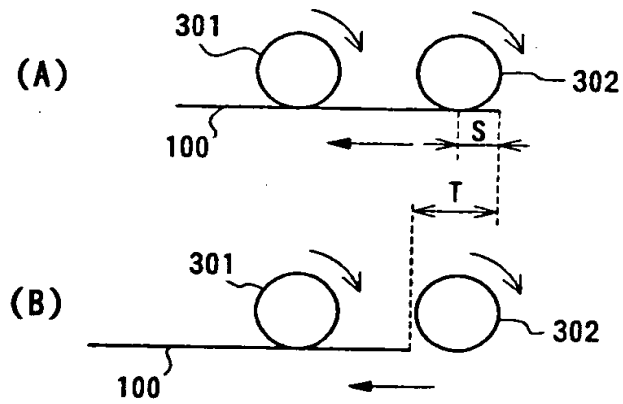
【図 1 4】



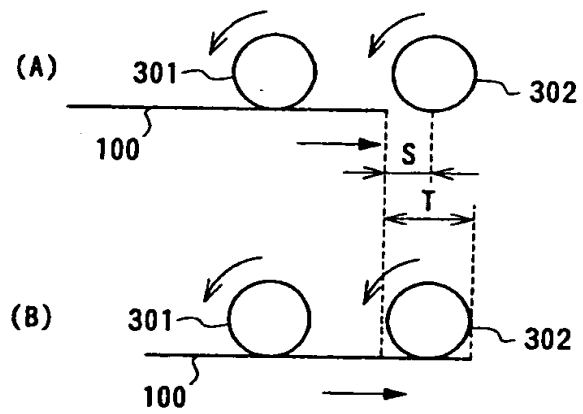
【図 1 5】



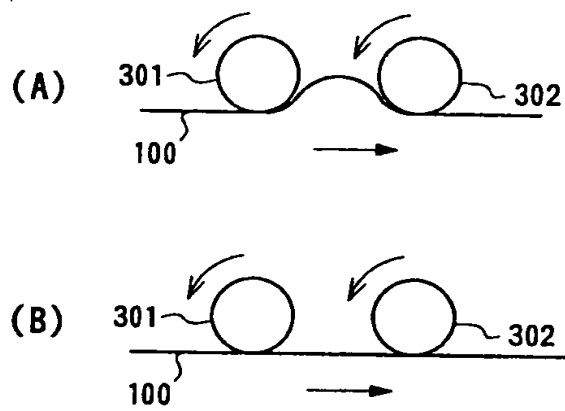
【図 1 6】



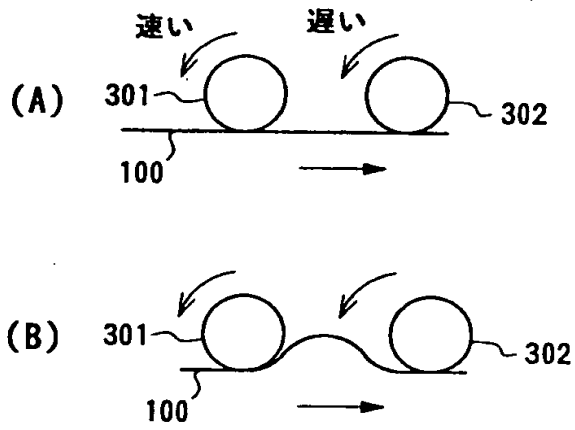
【図 1 7】



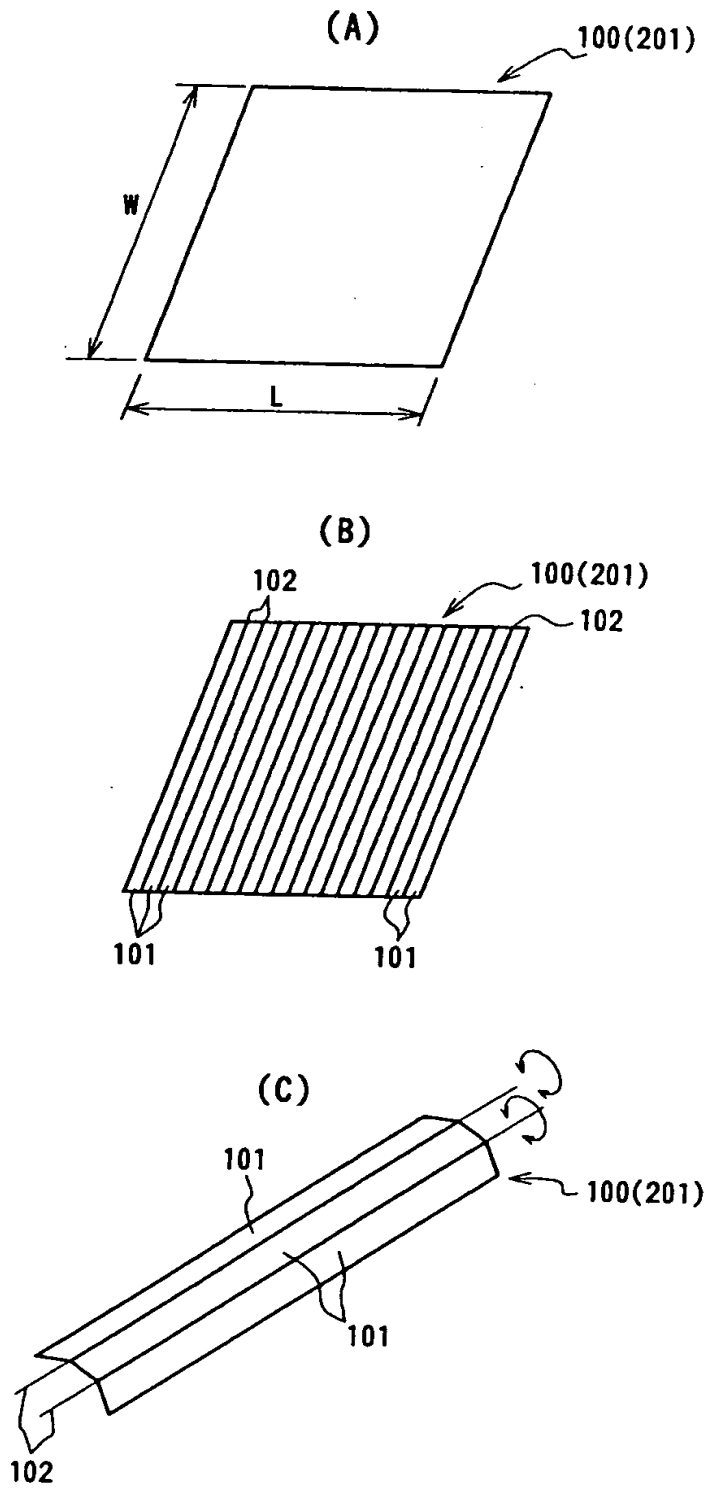
【図 1 8】



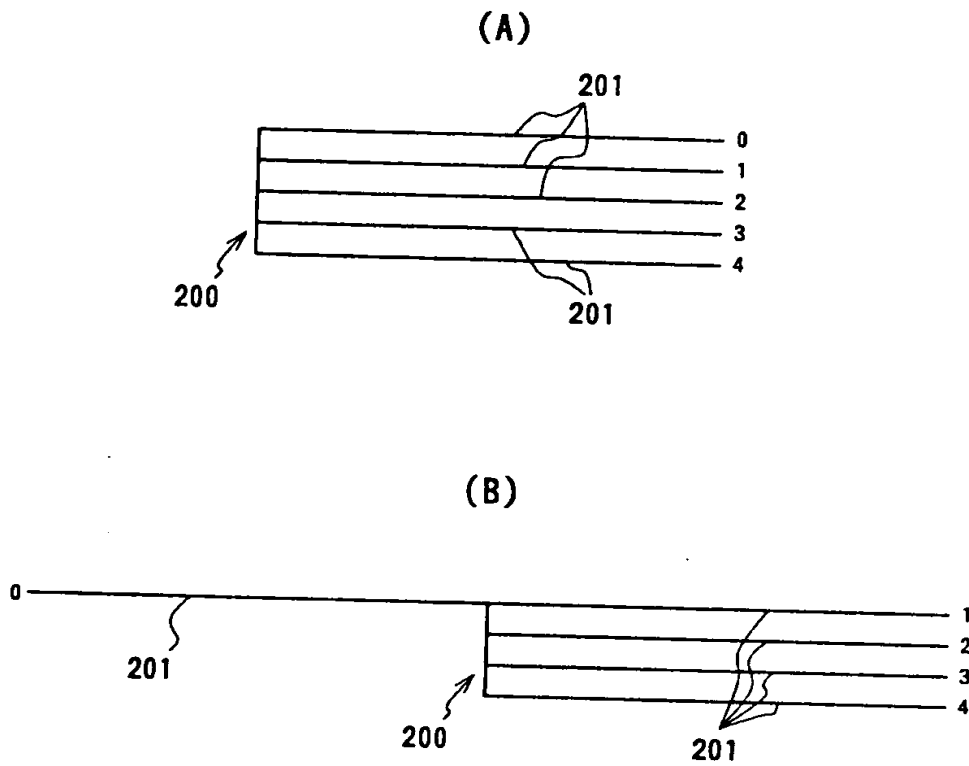
【図 1 9】



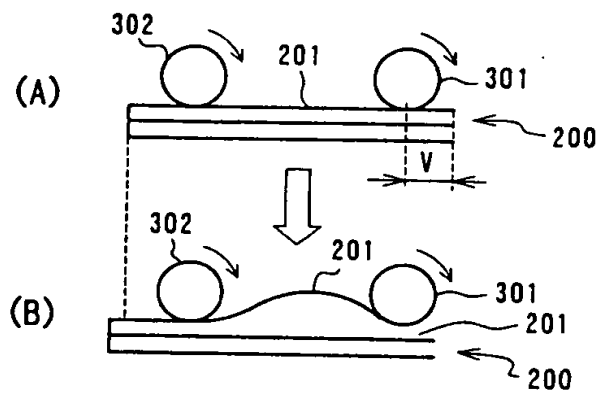
【図 2 0】



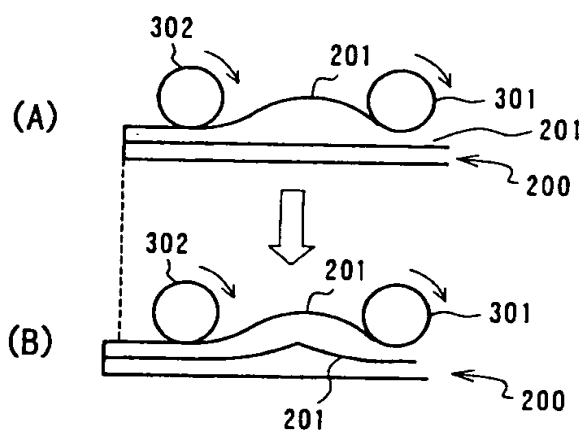
【図 2 1】



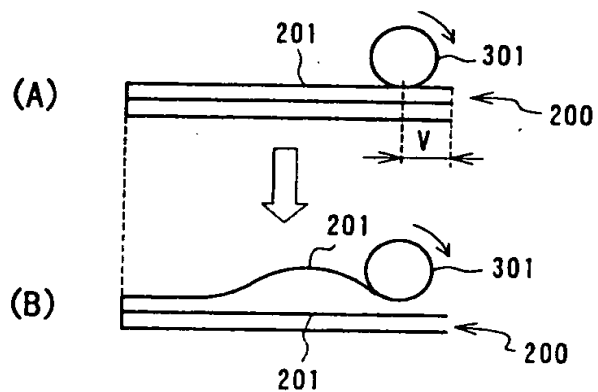
【図 2 2】



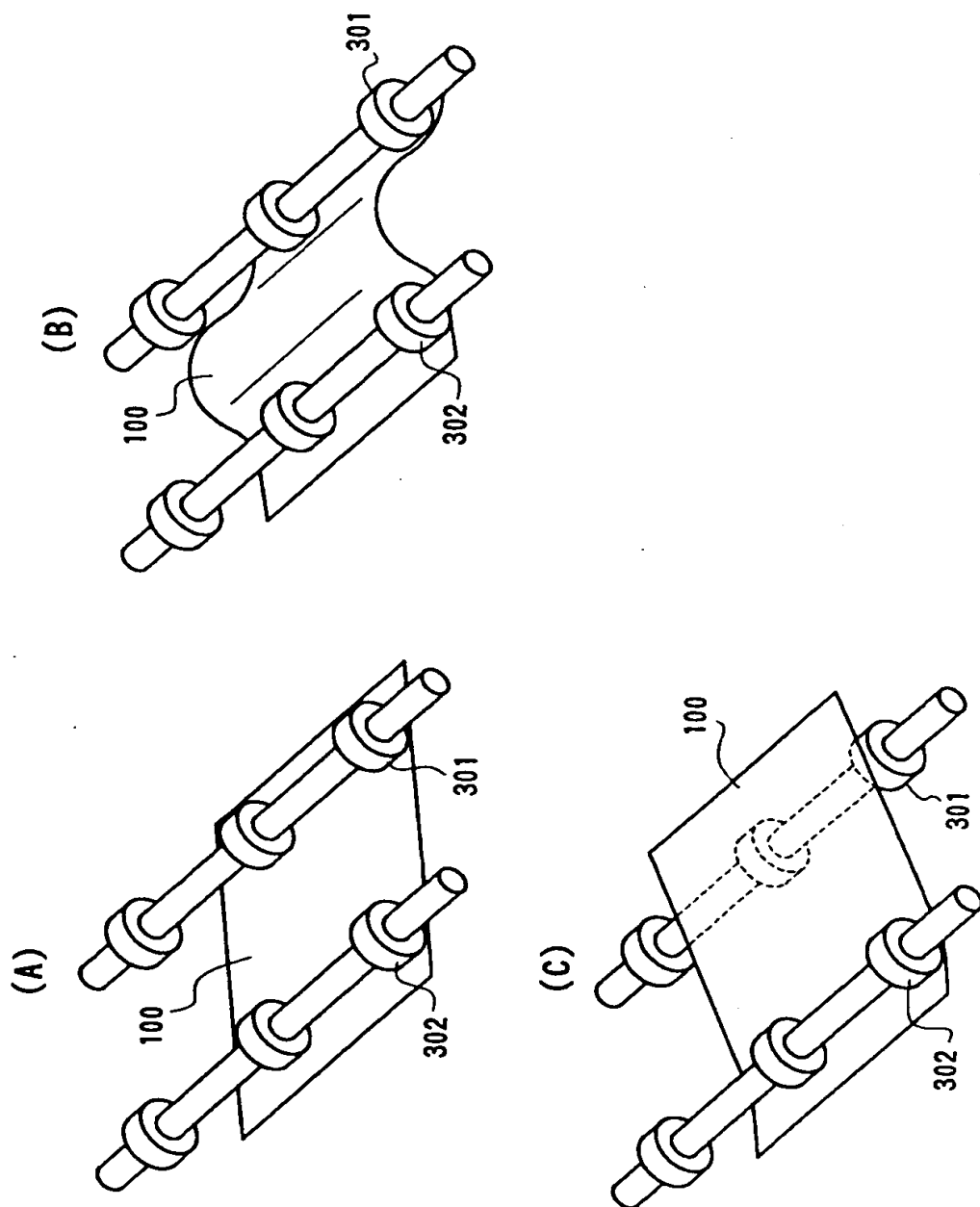
【図 23】



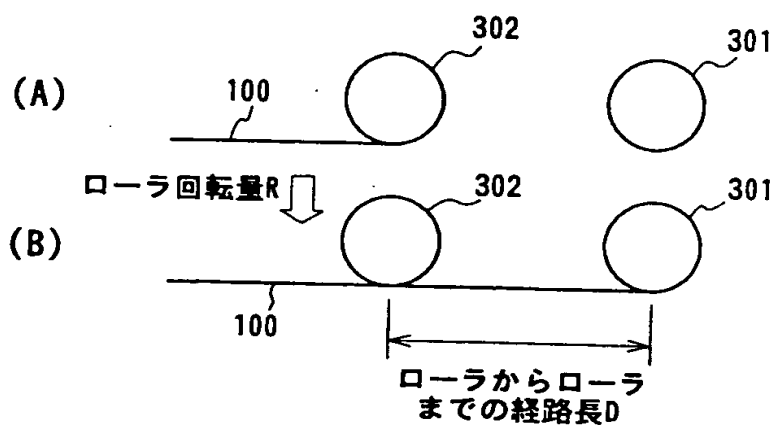
【図 24】



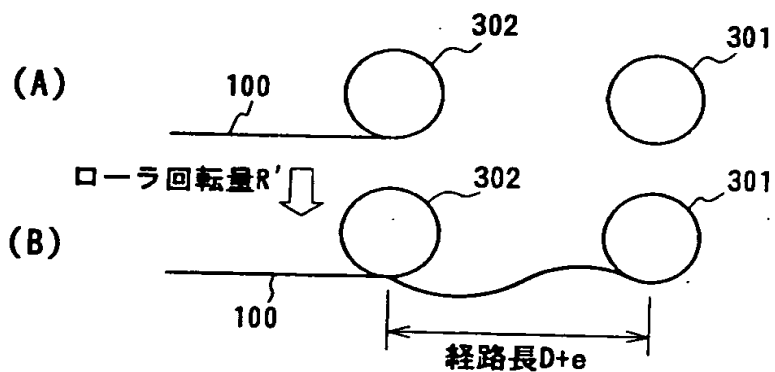
【図 2 5】



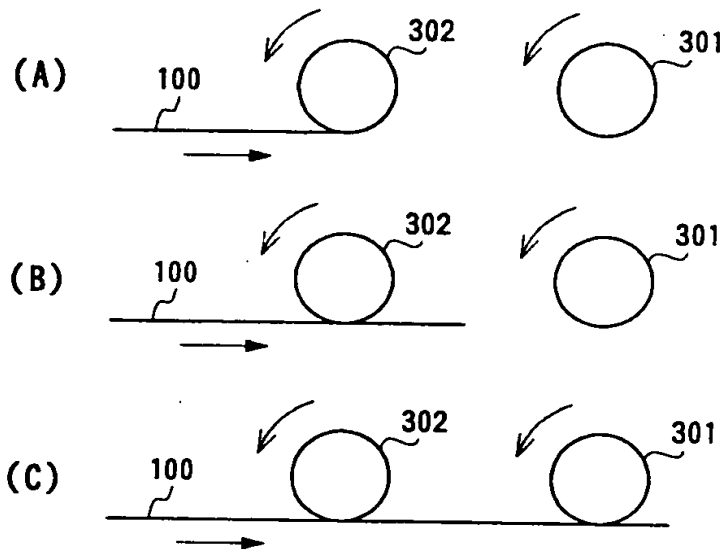
【図 26】



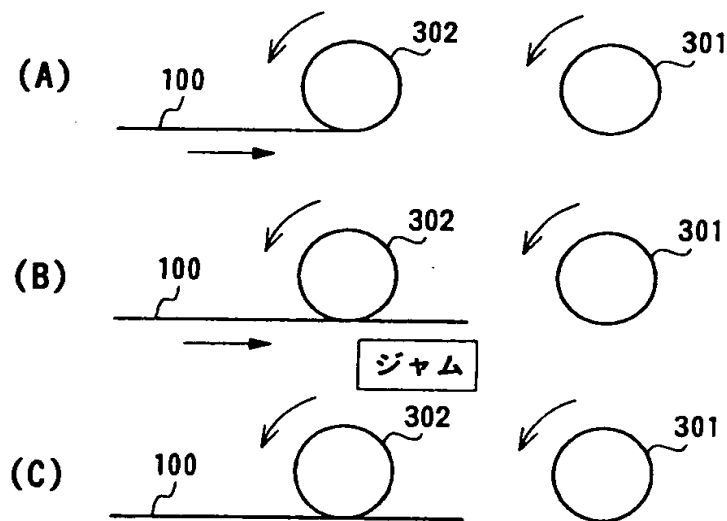
【図 27】



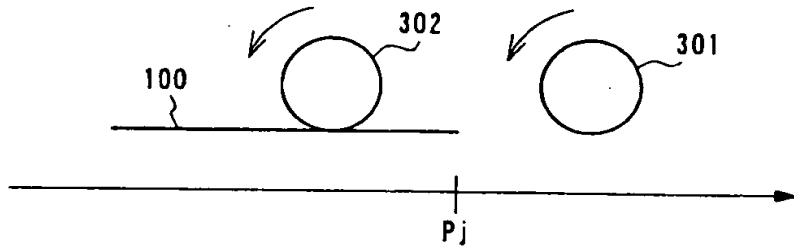
【図 28】



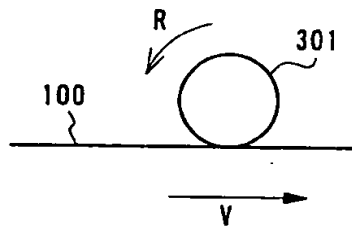
【図 29】



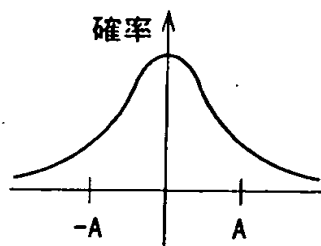
【図 30】



【図 31】



【図 32】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】簡易な手法で柔軟媒体物の搬送動作をリアルタイムで且つ三次元的に表示可能にして、柔軟媒体物の搬送の様子を、三次元的に視認し確実に把握できるようにする。

【解決手段】位置・形状算出部 1 3 1 が、柔軟媒体物設定部 1 1 により設定されたサイズ情報と、搬送経路設定部 1 2 により設定された三次元搬送経路と、移動量情報入力部 4 1 により入力された移動量情報とに基づいて、三次元搬送経路に沿う柔軟媒体物の三次元搬送位置を算出するとともに、柔軟媒体物の形状を、幅方向と直交する面内における二次元形状として算出する。そして、三次元像作成部 1 3 2 が、位置・形状算出部 1 3 1 により算出された三次元搬送位置および二次元形状と、前記サイズ情報とに基づいて柔軟媒体物の三次元像を作成し、その三次元像をシミュレーション結果として出力する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日	1996年 3月26日
[変更理由]	住所変更
住 所	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
氏 名	富士通株式会社